الجامعة الأردنيـــة
كلية الدراسات العليا

نموذج رقم (١٨)
اقرار والتزام بقوانين الجامعة الأردنية وأنظمتها
وتعليماتها لطلبة الماجستير والدكتوراة

أنا الطالب: لينا حسين محمد حمران الرقم الجامعي: ٨٠٨٠٤٢٣
التخصص: هندسة العمارة الكلية: الهندسة والتكنولوجيا

عنوان الرسالة / الاطروحة
أثر المتغيرات التكنولوجية في كفاءة الاستدامة
في العمارة العربية

أعلـن بأنني قد التزمت بقوانين الجامعة الأردنية وأنظمتها وتعليماتها وقراراتها السارية المفعول المتعلقة باعداد رسائل الماجستير والدكتوراة عندما قمت شخصيا" باعداد رسالتي / اطروحتي ، وذلك بما ينسجم مع الأمانة العلمية المتعارف عليها في كتابة الرسائل والأطاريح العلمية. كما أنني أعلن بان رسالتي /اطروحتي هذه غير منقولة أو مستلة من رسائل أو أطاريح أو كتب أو أبحاث أو أي منشورات علمية تم نشرها أو تخزينها في أي وسيلة اعلامية، وتأسيسا" على ما تقدم فإنني أتحمل المسؤولية بأنواعها كافة فيما لو تبين غير ذلك بما فيه حق مجلس العمداء في الجامعة الأردنية بالغاء قرار منحي الدرجة العلمية التي حصلت عليها وسحب شهادة التخرج مني بعد صدورها دون أن يكون لي أي حق في التظلم أو الاعتراض أو الطعن بأي صورة كانتّ في القرار الصادر عن مجلس العمداء بهذا الصدد.

توقيع الطالب:................ التاريخ: ٢٠ / ١١ / ٢٠١٠

تعتمد كلية الدراسات العليا
هذه النسخة من الرسالـــة
التوقيع.......... التاريخ ٢٢/١١/٢٠١٠

الجامعة الأردنية

نموذج التفويض

أنا لينا حسن محمد حمدان، أفوض الجامعة الأردنية بتزويد نسخ من رسالتي /أطروحتي للمكتبات أو المؤسسات أو الهيئات أو الأشخاص عند طلبهم حسب التعليمات النافذة في الجامعة.

التوقيع: لينا حمدان

التاريخ: ٢٠/ ١١/ ٢٠١٠

أثر المتغيرات التكنولوجية في تحقيق الاستدامة في العمارة العربية

إعداد
لينا حسن محمد حمدان

المشرف
الأستاذ الدكتور سليم الفقيه

قدمت هذه الرسالة استكمالا لمتطلبات الحصول على درجة الماجستير في
هندسة العمارة

كلية الدراسات العليا
الجامعة الأردنية

تشرين الأول، 2010

قرار لجنة المناقشة

نوقشت هذه الرسالة/الأطروحة (أثر المتغيرات التكنولوجية في تحقيق الاستدامة في العمارة العربية) وأجيزت بتاريخ 2010/10/26

أعضاء لجنة المناقشة	التوقيع
الدكتور سليم صبحي الفقيه، مشرفاً أستاذ - نظريات التشكيل والتصميم المعماري	....
الدكتور رزق نمر شعبان، عضواً أستاذ– التحكم البيئي صوت ضوء حرارة	....
الدكتور فراس محمد شرف، عضواً أستاذ مساعد – تخطيط حضري وعمراني	....
الدكتور حسين هندي الزعبي ، عضواً أستاذ مساعد – التحكم البيئي اضاءة وصوتيات (جامعة العلوم والتكنولوجيا)	....

اهداء

إلى من جرع الكأس فارغاً ليسقيني قطرة حب
إلى من كلّت أنامله ليقدم لنا لحظة سعادة
إلى من حصد الأشواك عن دربي ليمهد لي طريق العلم
إلى القلب الكبير والدي العزيز

إلى من أرضعتني الحب والحنان
إلى رمز الحب وبلسم الشفاء
إلى القلب الناصع بالبياض والدتي الحبيبة

إلى الروح التي سكنت روحي
الى نصفي الآخر زوجي العزيز

الى زهرة عمري ابنتي الحبيبة سما

إلى القلوب الطاهرة الرقيقة والنفوس البريئة إلى رياحين حياتي إخوتي

شكر وتقدير

في مثل هذه اللحظات يتوقف اليراع ليفكر قبل أن يخط الحروف ليجمعها في كلمات ...
تتبعثر الأحرف وعبثاً أحاول تجميعها في سطور
صور كثيرة تمر في الخيال ولا يبقى لنا في نهاية المطاف إلا قليلاً من الذكريات وصور تجمعنا بمن كانوا إلى جانبنا
فواجب علينا شكرهم ووداعهم ونحن نخطو خطوتنا الأولى في غمار الحياة
فأخص بجزيل الشكر والعرفان إلى كل من أشعل شمعة في دروب عملنا وإلى من وقف على المنابر وأعطى من حصيلة فكره لينير دربنا
إلى معلمي الفاضل

الأستاذ الدكتور سليم الفقيه

الذي تفضل بالإشراف على هذا البحث فجزاه الله كل خير وله كل التقدير والاحترام..

فهرس المحتويات

2. الفصل الثاني: الاستدامة والعمارة الخضراء

1.2 مفهوم الاستدامة

2.2 العمارة الخضراء.

3.2 معايير تصميم المباني الخضراء.

3. الفصل الثالث: تكنولوجيا وتقنيات الاستدامة.

1.3 المتغيرات التكنولوجية ومبادئ الاستدامة

2.3 تقنيات التصميم البيئي الذاتية **Passive Solar Design Techniques**

3.3 تقنيات المباني الخضراء الحديثة **Modern Green Building Technologies**

4. الفصل الرابع: دراسة أمثلة من المنطقة العربية

1.4 المعالجات الخضراء في العمارة العربية التقليدية.

2.4 الاستدامة في العمارة العربية المعاصرة

3.4 تحليل نماذج من العمارة العربية المعاصرة.

قائمة الجداول

قائمة الأشكال والصور

"أثر المتغيرات التكنولوجية في تحقيق الاستدامة في العمارة العربية"

إعداد
لينا حسن محمد حمدان

المشرف
الأستاذ الدكتور سليم الفقيه

ملخــــص

جاءت أهمية هذه الدراسة تأكيدا لفهم دور التكنولوجيا المتوافقة في دعم مفاهيم العمارة المستدامة وتحقيق أبعادها، واستكشاف مدى تحقق التصميم المستدام في المشاريع العربية الحديثة.

أما المنهج الذي اعتمد عليه البحث فقد تضمن مرحلتين أساسيتين هما: بناء اطار نظري شامل ودقيق للتصميم المستدام والعمارة الخضراء والتكنولوجيا –التقنيات البسيطة والحديثة- الخاصة لانجازها. وتطبيق هذا الاطار على عينات منتخبة من نماذج من العمارة العربية المعاصرة من خلال استمارة صممتها الباحثة كوسيلة للاختبار وجرى انتخاب عشرة مباني معمارية حديثة وفقا لمحددات معينة بوصفها عينة بحثية، وجرى انتقاء النصوص والصور والاشكال التوضيبيحية بوصفها وحدة تحليلية، لاستكشاف مدى تحقق التصميم المستدام في هذه المشاريع.

خلص البحث الى تركيز المشاريع الحديثة المنتقاة من نماذج من العمارة العربية المعاصرة على استخدام التقنيات الحديثة لتحقيق عمارة خضراء، وعدم استغلال معطيات الموقع المحلي، وأن تصميم المباني التي تعد بجوهر الامر خضراء ما زال بعيدا عن التوجهات العلمية المدروسة، فما زال الحكم عليها مرتبطا بالمظهر الخارجي، فالبعض يعتقد انه بمجرد كون استخدام تلك المنشآت لتقنيات خضراء كالخلايا الكهرضوئية على الاسقف او الواجهات فقد اكتسبت تلك السمة الخضراء، على الرغم من كونها مباني صندوقية محاطة بالزجاج والفولاذ وتتطلب قدراً كبيراً ومكلفاً من الطاقة من أجل تدفئتها وتهويتها وتبريدها. ويجب ان تهدف الخطوة التصميمة الأولى الى معرفة النظم الذاتية (السلبية) المعتمدة على العوامل المناخية المحلية للموقع واعطاء الألوية لها بدلا من من النظم الفعالة.

المقدمة

يرتبط مفهوم الاستدامة بفكرة الكفاءة الذاتية والاعتماد على الذات، والذي يقترح قلة اعتماد المجتمعات التقليدية على تدفق منتجات السوق العالمي لتؤكد قدرتها في اعادة تنظيم مصادرها البيئية المحلية، فتحقيق الاستدامة في العمارة لا يتم بوصف قاعدة عامة او معيار واحد يلائم الجميع، فكل حالة فريدة بذاتها ويجب التعامل معها بشكل خاص تبعا للموقع والظروف المحيطة، فمن الضروري ان يرتكز التصميم على فهم المناخ المحلي وتأثيره على المبنى، مثل هذه العلاقات وجدت في الماضي عند تصميم المباني واعتمدت على الخبرة الجماعية من فهم للمناخ والمواد والحرف والتقنيات والظروف المحلية، فالنظم البيئية ليست جديدة لكن يجب معرفتها والتحكم بها بشكل جيد لكي تعمل، لأن سر مدى نجاح هذه الأنظمة يكمن في كيفية التعامل معها وفحصها لمعرفة مدى نجاحها. ومع ازدياد الطلب على التصميمات ذات الكفاءة في استهلاك الطاقة والحساسة للبيئة، فقد أضحت التقنيات الحديثة أكثر شيوعا وتتطلب تشكيلات مختلفة في التصميم، فالكثير من التقنيات الحديثة المرتبطة بالاستدامة لها تأثيرات على المظهر الخارجي للمبنى وأحيانا على النظام الإنشائي، كأن تضاف بعض الوحدات التقنية بعد انتهاء انشاء المبنى فينتج عن ذلك معايير جمالية ضئيلة في المنتج النهائي.

تناول هذا البحث موضوع المتغيرات التكنولوجية وأثرها في تحقيق الاستدامة في العمارة العربية المعاصرة، وتأتي أهمية البحث تبعا للاحتياجات المعقدة في الوقت الحالي لتقييم الواقع المعاصر للعمارة المستدامة، وهذا يدل على ضرورة فهم وتقييم التقنيات الحديثة المتعلقة بالاستدامة لتطوير عملية التصميم، وضرورة أن تشتمل على مدخل تصميمي متكامل لرفع الكفاءة وتحقيق الفائدة المطلوبة. فجاءت هذه الدراسة تأكيدا لفهم دور التكنولوجيا المتوافقة في دعم مفاهيم العمارة المستدامة وتحقيق أبعادها، واستكشاف مدى تحقق التصميم المستدام في المشاريع العربية الحديثة وبالتالي استخلاص الدروس ووضع توجيهات للمعماريين.

ناقشت الفصول الأولى من هذه الرسالة موضوع الاستدامة في العمارة، وركزت بشكل خاص على التصميم المستدام والعمارة الخضراء والمبادئ التي تقوم عليها بهدف تحقيق غايات البحث -بيان أثر المتغيرات التكنولوجية في تحقيق الاستدامة العربية- من خلال توضيح تكنولوجيا وتقنيات البناء البسيطة (الذاتية)، والتقنيات الحديثة المستخدمة لانجاز عمارة خضراء.

لقد استهدفت هذه المناقشة توضيح المشكلة التي يتصدى لها البحث، وأهدافه، والمنهج المعتمد في تحقيق الأهداف. فالمشكلة البحثية تعرفت بكونها ترتبط بالنقص في المعرفة العلمية المرتبطة بمفردات مفهوم التصميم المستدام، واقتصارها على مجرد تطبيق تقنيات معاصرة مستوردة لإضفاء صفة الاستدامة عليها، واستكشاف مدى تحقق التصميم المستدام في المشاريع الحديثة في العالم العربي. أما الأهداف فقد تعرفت بكونها ترتبط بالاجابة عن التساؤل القائم حول كيفية تحقيق استدامة فعلية، وعلاقة ارتباط التقنيات التكنولوجية بالمبادئ البيئية وأهميتها في تحقيق العمارة المستدامة من خلال إعداد دراسة مختصة عن التقنيات التكنولوجية الحديثة بوصفها آلية لتحقيق نتاجات العمارة المستدامة المعاصرة ومن ثم تقييم العمارة المستدامة في العالم العربي ودور التقنيات العالمية المستخدمة فيها. أما المنهج فقد تضمن مرحلتين أساسيتين هما: بناء اطار نظري شامل ودقيق للتصميم المستدام والعمارة الخضراء والتكنولوجيا –التقنيات البسيطة والحديثة- الخاصة لانجازها. وتطبيق هذا الاطار على عينات. وفي ضوء ما تقدم فقد ارتبطت الفصول الأولى بالمرحلة الاولى (بناء الاطار النظري)، في حين يركز الفصل الأخير على المرحلة الثانية (تطبيق الاطار النظري). حيث سيتم توضيح المستلزمات الأساسية للتطبيق والتي تشمل: تحديد مفردات الاطار التي سيتم تطبيقها، وتوضيح طريقة جمع المعلومات، وطرق قياس المتغيرات، وأسس اختيار العينات وتعريفها بالاستناد على الطروحات المعمارية.

استهدف الفصل الأخير على مناقشة النتائج والاستنتاجات والتوصيات النهائية لهذا البحث. فخلص البحث الى تركيز المشاريع الحديثة المنتقاة من نماذج من العمارة العربية المعاصرة على استخدام التقنيات الحديثة لتحقيق عمارة خضراء، وعدم استغلال معطيات المناخ المحلي للحد الأقصى وموارد المنطقة المحلية، وأن تصميم المباني التي تعد بجوهر الامر خضراء ما زال بعيدا عن التوجهات العلمية المدروسة، فما زال الحكم عليها مرتبطا بالمظهر الخارجي، فالبعض يعتقد انه بمجرد كون استخدام تلك المنشآت لتقنيات خضراء كالخلايا الكهرضوئية على الاسقف او الواجهات فقد اكتسبت تلك السمة الخضراء. على الرغم من كونها مباني صندوقية محاطة بالزجاج والفولاذ تتطلب قدراً كبيراً ومكلفاً من الطاقة من أجل تدفئتها وتهويتها وتبريدها. ويجب ان تهدف الخطوة التصميمة الأولى الى معرفة النظم الذاتية المعتمدة على العوامل المناخية المحلية للموقع واعطاء الألوية لها بدلا من النظم الفعالة، وبهذه الطريقة يمكن ان يحقق التصميم البيئي أقل استهلاك للطاقة غير المتجددة، والمتحققة عن طريق التنظيم المورفولوجي لشكل المبنى وتكامله مع محيطه.

1. الفصل الأول: خطة الرسالة

الفصل الأول: خطة الدراسة

1.1 أهمية الدراسة

تأتي أهمية البحث تبعا للاحتياجات المعقدة في الوقت الحالي فقد أصبح الفهم اقل دقة من المطلوب لتقييم الواقع المعاصر للعمارة المستدامة، وهذا يدل على ضرورة فهم وتقييم التقنيات الحديثة المتعلقة بالاستدامة لتطوير عملية التصميم، وضرورة أن تشتمل على مدخل تصميمي متكامل لرفع الكفاءة وتحقيق الفائدة المطلوبة.

جاءت هذه الدراسة تأكيدا لفهم دور التكنولوجيا المتوافقة في دعم مفاهيم العمارة المستدامة وتحقيق أبعادها، واستكشاف مدى تحقق التصميم المستدام في المشاريع العربية الحديثة وبالتالي استخلاص الدروس ووضع توجيهات للمعماريين.

2.1 أهداف الدراسة

عند دراسة بعض المباني التي اتسمت بصفة الاستدامة نجد انها تعاملت مع التقنيات العالمية كحلول أكثر من تطبيقها لمبادئ لا تمت لواقع المكان وخصائصه بصلة، لذا تهدف الدراسة إلى:

- البحث في علاقة ارتباط التقنيات التكنولوجية بالمبادئ البيئية، ودراسة العلاقة بينهما.
- التعرف على أهمية مساهمة التكنولوجيا في تحقيق الاستدامة من خلال إعداد دراسة متخصصة عن التقنيات التكنولوجية الحديثة باعتبارها آلية لتحقيق نتاجات العمارة المستدامة الحديثة.
- تقييم التقنيات الحديثة والأدوات التكنولوجية المستخدمة ومدى فاعليتها لتحقيق عمارة مستدامة، وتأثيرها على نمط الحياة ومدى تقبل المستخدمين لها كعناصر جديدة مضافة، ومدى تكاملها مع التصميم النهائي للمبنى.
- تقييم العمارة المستدامة في العالم العربي ودور التقنيات العالمية المستخدمة فيها من خلال فحص مؤشرات الاستدامة ومستويات تطبيقاتها.

3.1 مشكلة الدراسة

تعاني العمارة العربية من ممارسات مهنية دخيلة نجمت عن تأثرها بمفاهيم غريبة عن مجتمعنا وحضارتنا، تتمثل بتقليد غير مدروس للتيارات العالمية، من خلال صيغ ومفاهيم جديدة كتعبير عن مفهوم العولمة، معتمدين بذلك على تقنيات العصر وإمكانياته.

وحيث يعتبر اقتصاد الموارد أحد أهداف الاستدامة من خلال التقليل من استخدام الموارد الغير قابلة للتجديد في عملية التشييد والتحكم في تدفق الموارد الطبيعية والمصنعة المستمر داخل وخارج المبنى ويسهم في تنمية الاقتصاد المحلي، فما هو موقفنا إذا من عمارة يتم استيراد معظم موادها، وتنفذ بعمالة أجنبية، وذات تكلفة إنشاء عالية أن نصفها بعمارة مستدامة لمجرد تطبيق تقنيات معاصرة مستوردة لإضفاء صفة الاستدامة عليها في نهاية المطاف! تعرف المباني المستدامة على أنها ممارسات البناء التي تعمل من اجل عمارة متكاملة تحمل في مضمونها الانجاز الاقتصادي والاجتماعي والبيئي، ولا يمكن تحقيق هذا المبدأ في عمارة تناقضت معطياتها مع جوهر وحقيقة مفهوم الاستدامة ودون تطبيق مؤشر الشمولية الذي يعد من أساسيات الاستدامة الذي يضم فهم الترابطات الداخلية بين مكونات التصميم والعوامل المحيطة به. ذلك ما مثل مشكلة عامة لابد من تقصي جوانبها، وكشف خصوصية المعرفة المطروحة حولها وما يرتبط بها من جوانب.

تحددت مشكلة البحث بالنقص في المعرفة العلمية المرتبطة بمفردات مفهوم التصميم المستدام على المستويين الحضري والمعماري، واقتصارها على مجرد تطبيق تقنيات معاصرة مستوردة لإضفاء صفة الاستدامة عليها، واستكشاف مدى تحقق التصميم المستدام في أمثلة من المشاريع الحديثة في العالم العربي.

4.1 فرضية الدراسة

لوحظ في الفترة الأخيرة توجه العديد من المباني في بعض الدول العربية لاستخدام تقنيات العمارة الخضراء الحديثة لاضفاء صفة الاستدامة عليها، لذا تكمن فرضية الدراسة في اعتماد نتاجات العمارة العربية بشكل اساسي على التقنيات الحديثة والتكنولوجيا المعاصرة لايجاد عمارة مستدامة دون الأخذ بعين الاعتبار المبادئ الاساسية التي تقوم عليها العمارة المستدامة وفهم الترابطات الداخلية بين مكونات التصميم والعوامل المحيطة به.

5.1 منهجية الدراسة

تعتمد منهجية الدراسة من أجل تحقيق غايات البحث على مرحلتين أساسيتين:

1. بناء اطار نظري شامل ودقيق: دراسة نظرية تتناول دراسة الأنظمة التقليدية ومعطياتها الأساسية ودورها في تحقيق عمارة مستدامة بالإضافة إلى دراسة التقنيات التكنولوجية الحديثة والتقنيات التكنولوجية الذاتية التي تسهم قي إنتاج عمارة مستدامة، ودراسة بعض تطبيقات العمارة المستدامة من خلال تحليل بعض التجارب العالمية والإقليمية وإجراء مقارنة لاستكشاف مدى تحقق مفردات الإطار النظري مع نتائج التطبيق على مشاريع الممارسين الحديثين في العمارة العربية المعاصرة، للوصول إلى أفضل التطبيقات.
2. تطبيق هذا الاطار على عينات: اعتمد البحث اسلوب الدراسة الوصفية التحليلية من خلال استمارة صممتها الباحثة كوسيلة للاختبار وجرى انتخاب عشرة مباني معمارية حديثة وفقا لمحددات معينة بوصفها عينة بحثية، وجرى انتقاء النصوص والصور والاشكال التوضيحية بوصفها وحدة تحليلية، لاستكشاف مدى تحقق التصميم المستدام في هذه المشاريع.

ومن ثم الخروج بالنتائج والتوصيات المتعلقة بالدراسة التي تسهم في إنتاج تصاميم لها القدرة على الاستفادة من المبادئ التقليدية والتطبيقات التكنولوجية بأفضل الطرق الممكنة وبأقل تكلفة.

6.1 الدراسات السابقة

إن أصالة العمارة لا تعني المحافظة والتطبيق الحرفي، كما لا تعني التسليم المطلق بما يستجد من توجهات وتطبيقات جديدة ناتجة عن التطور العلمي، فلا بد من توليد عمارة تتوافق مع الخصوصيات البيئية تحقق فهما مشتركا لمعطيات العصر الحديث.

لغرض كشف طبيعة المعرفة حول المفهوم تمت مراجعة ومناقشة عدد من الدراسات السابقة التي تناولت الموضوع والتي أظهرت تصورات متفاوتة لتلك المعالجات النابعة من صميم الطبيعة المناخية والانسانية، ودور التكنولوجيا والتقنيات الحديثة بوصفها آلية تحقيق نتاجات العمارة المستدامة المعاصرة.

1- "مفهوم البناء الأخضر بين البناء التقليدي والبناء الحديث في الأردن"، والبحث مقدم من سوزان رواشدة، في رسالة ماجستير الجامعة الأردنية، سنة 2007.

تقوم الدراسة على عرض وتحديد الدوافع من ظهور العمارة الخضراء واستخلاص مبادئه الرئيسية، قامت الباحثة بتحليل هذه المبادئ ودراسة تأثيراتها على العملية التصميمية. وقدمت دراسة عن الجوانب البيئية في العمارة التقليدية ومعالجات العمارة العالمية، وقدمت عملية التقييم على مستويين: المستوى الأول يتعلق بجوانب العمارة الخضراء في عمارة الأردن، والثاني يتعلق بتحليل ومدى كفاءة استخدام عناصر البناء التقليدية في العمارة المعاصرة في الأردن.

2- "نحو تعريف العمارة المستدامة وحضورها في العمارة المعاصرة: نظرة نقدية". والبحث مقدم من خديجة البهجة جبار، في رسالة ماجستير الجامعة الأردنية، سنة 2005.

حددت الدراسة المعرفة العلمية المرتبطة بمفردات مفهوم التصميم المستدام على المستويين الحضري والمعماري، ومدى تحقق التصميم المستدام في المشاريع الحديثة واستخلاص الدروس ووضع توجيهات للمعماريين، وتحددت أهداف البحث بتحديد مفردات التصميم المستدام على المستويين الحضري والمعماري، والتعرف على موقف الممارسين من المعماريين واستكشاف مدى تحقق التصميم المستدام في مشاريعهم من خلال الدراسة والتحليل لعشرة مشاريع معمارية منتقاة. وتشير الدراسة الى تطبيق مبادئ التصميم المعماري المستدام، من خلال ثلاث علاقات تربط بين البيئة المبنية والتصميم والموارد الداخلة بها، وبين البيئة المبنية والبيئة الطبيعية، وبين البيئة المبنية والأفراد. وتعددت استراتيجيات وأهداف التصميم المستدام وطرق تحقيقه.

3- "دور التكنولوجيا المتقدمة في تشكيل العمارة المعاصرة. حالة دراسية: العمارة الإقليمية المعاصرة في منطقة الخليج العربي"، والبحث مقدم من سماح القصرواي، في رسالة ماجستير لعام 2005.

تناولت هذه الدراسة موضوع التكنولوجيا المتقدمة على اعتبار أنها عامل أساسي في إحداث تغييرات في العمارة المعاصرة على المستوى العالمي بشكل عام، وعلى المستوى الإقليمي "في منطقة الخليج" بشكل خاص. والتعرف على الدور الذي لعبته التكنولوجيا المتقدمة في تشكيل العمارة المعاصرة.

4- "العمارة ما بعد الثورة الرقمية، رؤية جدلية نحو بعد جديد لمستقبل التصميم المعماري وتكنولوجيا البناء"، والبحث مقدم من عبير سامي محمد، في جامعة طنطا.

وتشير الدراسة الى تأثير النظم التقنية المستهدفة في السياقات البنائية بكافة أبعاد العملية التصميمية والتنفيذية وهي عنصر محوري ضمن عملية الإبداع الفكري المعماري، وتأثيرها على تبلور الفكر المعماري وإفرازه لتلك المنظومات البنائية، وعليه يكتسب الفكر المعماري أفكارا إبداعية متميزة حديثة، والتي من شأنها أن تلبي الاحتياجات المختلفة لكل من العملية التصميمية والمتطلبات المجتمعية، فضلا عن كونها تعبر عن الامكانيات المتوفرة في الحقبة الزمانية المعاشة. وتهدف الورقة البحثية، إلى التعرف على الثورة الرقمية والإمكانات التقنية التي تؤثر على العملية التصميمية وتكنولوجيا البناء في ظل الفكر المعماري وقدرات المصمم واهبة اياه أدوات ومصطلحات مجتمعية جديدة تؤثر على المنتج المعماري.

5- "تطبيقات العمارة المستدامة على الأبنية السكنية للأسرة الواحدة"، والبحث مقدم من رئيف جيرون، كرسالة ماجستير، في جامعة البعث، في سوريا، لسنة 2005.

يهدف البحث إلى بيان العلاقة بين العمارة ومحيطها دون أضرار جانبية وتتعامل مع البيئة بشكل أفضل تستطيع من خلالها تقليل الطاقة المستخدمة والاستفادة من ظواهر المحيط البيئي ومصادره، بهدف الوصول إلى أسس تصميمية لعمارة مستدامة خضراء في الأبنية السكنية، ويقوم البحث بدراسة تحليلية تستعرض التنمية والعمارة المستدامة والعوامل المؤثرة على الطابع السكني.

2. الفصل الثاني: الاستدامة والعمارة الخضراء

1.2 مفهوم الاستدامة

1.1.2 المقدمة

البيئة هي مجموعة العوامل الطبيعية والمستحدثة التي يعيش فيها الإنسان وتترك أثرا في نفسه وصحته ومعاشه وإنتاجه. أما اصطلاح "علم البيئة" في الأزمنة الحديثة فقد ظهر منذ العام 1866 على يد عالم الحيوان الألماني (إرنست هايكل). وأشتق له من مصدر الكلمة اليونانية Oikos التي تعني الموطن، وقد استخدمه (هايكل) للإشارة إلى (البحث في مجموع علاقات الحيوان ببيئته العضوية وغير العضوية). ومنذ أوائل القرن العشرين عُرّف بكونه فرعًا من فروع البيولوجيا. ولكنه أخذ يتحول إلى اصطلاح سياسي، خصوصا منذ ستينيات القرن العشرين حيث استخدمته حركات (الخضر) المتصاعدة، وأثارت تلك الأفكار الجديدة قدرًا كبيرًا من الجدل.(ثويني،2008).

لقد شاع اليوم مفهوم المستدامة الذي يهتم بالمحيط الطبيعي المادي للبيئة حصرا، ويوصي باستعمال مواد طبيعية غير مصنعة، لا تضر بالبيئة. وهكذا فسرها دعاة "الإستدامة" على أنها (تلبية احتياجات الأجيال الحالية دون الإضرار بقدرة الأجيال القادمة على تلبية احتياجاتها). إن بواعث تبني مفهوم الاستدامة في القطاع العمراني لا تختلف عن البواعث التي أدت إلى ظهور وتبني مفهوم التنمية المستدامة بأبعادها البيئية والاقتصادية والاجتماعية المتداخلة. ويتعدى الأمر تداول الخامات البنائية والعوازل أو التوجيه الأمثل للمبنى بما يخص التشميس والتهوية، إلى استغلال طاقات الطبيعة كالشمس والريح والعناية بنظم التخطيط وتفاصيل البناء، وتطبيق نتائج البحوث العضوية ودورتها، لخدمة قاطني البناء.(ثويني،2008).

وتستحضر من خلال الإنشاءات المستدامة أو البناء الأخضر طريقة وأسلوب جديد للتصميم، للتحديات البيئية والاقتصادية التي ألقت بظلالها على مختلف القطاعات في هذا العصر، فالمباني الجديدة يتم تصميمها وتنفيذها وتشغيلها بأساليب وتقنيات متطورة بيئيا، ومنخفضة التكاليف وعلى وجـه الخصـوص تكاليف التشغيل والصيانة، والإسهام في توفير بيئة عمرانية آمنة ومريحة.

2.1.2 مفهوم الاستدامة وتطورها

تعرف الاستدامة على انها تلبية حاجات الحاضر دون المساومة على تلبية احتياجات المستقبل، يعني ان الاستدامة ترجع الى قدرة المجتمع، والمنظومة البيئية. وتعد الاستدامة مفهوم معقد، يشمل البيئة، الاقتصاد، الاجتماع، والمنظور التكنولوجي (Mousel,1998).

بسبب حداثة المفهوم فان امكانية الاستدامة لها تعريفات ومعاني اعتمادا على منظور واحد، حيث ان الاقتصاديين يفهمون هذه الامكانية على أنها أداة لتأمين البقاء المستمر لوسائل رفاهية الانسان في العيش. من ناحية اخرى فانها لبعض البيولوجيين هي وجهات نظر حول الارض على أنها منظومة بيئية مزودة بأفراد باعتبارهم فقط جزء من هذه المنظومة، وبغض النظر عن المنظور المختلف فان كل المؤيدين لامكانية الاستدامة لديهم هدف واحد فقط، وهو مقدرة البشرية على الحفاظ على نفسها بمرور الزمن.(الدغيم،2000). ولقد أصبحت امكانية الاستدامة العالمية عبارة شائعة في التسعينيات، حيث أن ظهور الحركات البيئية جعلت من هذا المفهوم في مقدمة السياسة البيئية في هذا العقد. بداية ان مفهوم الاستدامة تمركز في التنمية الحديثة والمصطلح الذي استعمل باجماع هو التنمية المستدامة.

تختلف التوجهات لامكانية تحقيق الاستدامة عن طريق تقسيمها الى مجموعتين، الأولى: امكانية استدامة بيئية، والثانية: امكانية استدامة تكنولوجية. وعلى الرغم من اختلاف الامكانيات فأن هناك اهداف مشتركة، ولديها افكار تختلف في كيفية تحقيق هذه الأهداف وتطبيقاتها بشكل فاعل. حيث أن امكانية تحقيق الاستدامة التكنولوجية هي من خلال النظام الاقتصادي والاجتماعي والسياسي. (David,1992)

تطور مفهوم الاستدامة منذ انعقاد مؤتمر ستوكهولم في بداية السبعينات، بدأ العالم يعترف بالإرتباط الوثيق بين التنمية الاقتصادية والتنمية البيئية. وقد شدد تقرير الأمم المتحدة المسمى "مستقبلنا المشترك" على أن هناك حاجة ماسة إلى أسلوب جديد يضمن استمرار التنمية الاقتصادية على المدى البعيد، ومن هنا ظهر مفهوم التنمية المستدامة التي تـُعرّف على أنها "تلبية احتياجات الأجيال الحالية دون الإضرار بقدرة الأجيال القادمة على تلبية احتياجاتها".

أولت معظم دول العالم في العقد الأخير من القرن المنصرم عناية خاصة واهتماماً واسعاً بمواضيع حماية البيئة والتنمية المستدامة، ولم يولد هذا الاهتمام من فراغ فقد تعالت الأصوات البيئية المنادية بتقليل الآثار البيئية الناجمة عن الأنشطة البشرية المختلفة ونادت بخفض المخلفات والملوثات والحفاظ على قاعدة الموارد الطبيعية للأجيال القادمة. ونتيجة لذلك فإن القطاعات العمرانية في هذا العصر لم تعد بمعزل عن القضايا البيئية الملحة التي بدأت تهدد العالم وتم التنبه لها في السنوات القلائل الأخيرة، فهذه القطاعات من جهة تعتبر أحد المستهلكين الرئيسيين للموارد الطبيعية كالأرض والمواد والمياه والطاقة، ومن جهة أخرى فإن عمليات صناعة البناء والتشييد الكثيرة والمعقدة ينتج عنها كميات كبيرة من الضجيج والتلوث والمخلفات الصلبة. وتبقى مشكلة هدر الطاقة والمياه من أبرز المشاكل البيئية-الاقتصادية للمباني بسبب استمرارها وديمومتها طوال فترة تشغيل المبنى.

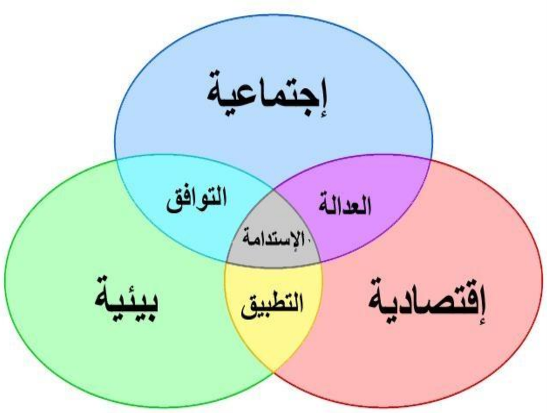
ونتيجة لتنامي الوعي العام لكل ما يحدث من تأثيرات البيئية المصاحبة لأنشطة البناء فقد نوه بعض المتخصصين أن التحدي الأساسي الذي يواجه القطاعات العمرانية في هذا الوقت يتمثل في قدرتها على الإيفاء بالتزاماتها وأداء دورها التنموي تجاه تحقيق مفاهيم التنمية المستدامة الشاملة، وأضاف آخرون بأن الإدارة والسيطرة البيئية على المشاريع العمرانية ستكون واحدة من أهم المعايير التنافسية الهامة في هذه القطاعات في القرن الواحد والعشرين. من هنا نشأت في الدول الصناعية المتقدمة مفاهيم وأساليب جديدة لم تكن مألوفة من قبل في تصميم وتنفيذ المشاريع، ومن هذه المفاهيم "التصميم المستدام" و"العمارة الخضراء" و"المباني المستدامة"، هذه المفاهيم جميعها تعكس الاهتمام المتنامي لدى القطاعات العمرانية بقضايا التنمية الاقتصادية في ظل حماية البيئة، وخفض استهلاك الطاقة، والاستغلال الأمثل للموارد الطبيعية، والاعتماد بشكل أكبر على مصادر الطاقة المتجددة.

3.1.2 التنمية المستدامة

تعددت وجهات النظر حول التنمية المستدامة وتنوعت بين التعريفات الخاصة والعامة ومن هذه التعريفات R.Repetto 1986 -: عرفها بأنها قائمة على الإفتراض بأن القرارات الحالية يجب ألا تضعف امكانية الحفاظ وتحسين مستوى الحياة بالمستقبل من خلال إدارة جيدة للنظم الإقتصادية التى تحقق ربحية الموارد وصيانة الأصول الثابتة.R.Good land & G ledec 1987 . اشار إلى ضرورة مضاعفة الإستفادة المكتسبة من التنمية الإقتصادية التى تخضع للحفاظ على الخدمات وجودة الموارد الطبيعية. Bread for the world 1993 عرفها بأنها تلك التي تتطلب ملائمة الضروريات الأساسية لجميع الناس وإتاحة فرص التقدم الإقتصادى والإجتماعي، من خلال قدرة مشاريع التنمية على إعتبارها تنمية مستدامة وحماية البيئة وإتاحة فرص جديدة للتنمية.

يمكن الإستنتاج أن التنمية المستدامة هى البحث والتنفيذ لخطط جذرية تمكن المجتمع النجاح في تفاعله توازنياً- إلى أجل غير مسمى- مع المنظومة الطبيعية (حيوية أو غير حيوية) من خلال الإحتفاظ بمستوى معين يسمح بإستردادهما. وللتنمية المستدامة ثلاثة محاور رئيسية تعتبر الدعائم الرئيسية لها، وهى -: البيئــة الإقتصاد والمجتمع، ولنجاح عملية التنمية المستدامة لابد من إرتباط هذة المحاور وتكاملها نظراً للإرتباط الوثيق بين البيئة والإقتصاد والأمن الإجتماعى وإجراء التحسينات الإقتصادية ورفع مستوى الحياة الإجتماعية بما يتناسب مع الحفاظ على المكونات الأساسية الطبيعية للحياة. (انظر الشكل رقم 1)

أن فكرة الإستدامة البيئية تقوم على ترك الأرض في حالة جيدة للأجيال القادمة أفضل مما كانت، فإذا إحتفظ الأنسان بنشاط دون إستنزاف المواد الطبيعية أو إهدار البيئة الطبيعية يكون هذا النشاط مستدام طبيعياً ويتحقق هذا عن طريق :- قلة استهلاك المواد الطبيعية، استخدام مواد قابلة للتدوير كلياً بعد الإستهلاك وتكون قابلة للتجديد، ويتم تجميعها دون إضرار بالبيئة أو إستنزاف مواردها.



شكل رقم (1): الأبعاد المحورية للتنمية المستدامة. (المصدر:Williams,2007)

4.1.2 العمارة المستدامة

هي العمارة النابعة من طبيعة المنطقة، من محددات الموقع والتوجيه وخامات البناء المحلية، ليس فقط فنياً وجمالياً ولكن تقنياً أيضاً بمحددات الحرارة والبرودة والإضاءة، لذلك، فهي العمارة التي تحترم الطبيعة ومواردها، وتوفر لساكنيها أقصى راحة بيئية ممكنة. ومع ذلك، فإن العمارة المستدامة لا تعمل على تقييد إبداع المصممين، ففكر هذه العمارة قد خرج منه نماذج للعمارة المحلية مثل قرى الصيادين البيضاء المنتشرة على شواطئ البحر الأبيض المتوسط، وكذلك الطابع البيئي للعمارة الذي يظهر في مواد البناء وملمس الأسطح، وحتى حيوية الغطاء النباتي المحيط بالموقع، التكامل الجيد بالطبع للعمارة المستدامة يجب أن يتناغم مع الموقع بطريقة واضحة ومؤثرة.

ويعد مفهوم العمارة المستدامة اعم واشمل من العمارة الخضراء اوالمباني المنخفضة الطاقة (جدول رقم 1)، كونه يتسع ليشمل مختلف جوانب البيئة من طاقة ومياه وتربة ونفايات...الخ بالاضافة الى المعايير الاجتماعية والاخلاقية. اما العمارة الخضراء فتقتصر على مواضيع البيئة والاداء المناخي، اما المباني منخفضة الطاقة فهي التي تعنى فقط بتقليل استهلاك الطاقة مقارنة بالمباني الاعتيادية.(Wenzel,2008)

جدول رقم (1):مقارنة بين مفاهيم المباني المستدامة والمباني الخضراء والمباني ذات الاستهلاك المنخفض للطاقة (المصدر:Klaus Wenzel, 2008)

الاستـــدامة

المفهوم	أمثلة	الأبعاد والمحاور الرئيسية
الانشاءات المستدامة	جائزة Holcim للانشاءات المستدامة	- البعد البيئي (المياه، الطاقة، التربة، النفايات...الخ). - البعد الاجتماعي (معايير اخلاقية وجمالية). - البعد الاقتصادي.
المباني الخضراء	- معيار LEED - معيار BREEAM - معيار Green Star - معيار Green Globes	- البعد البيئي (المياه، الطاقة، التربة، النفايات...الخ). - الاستجابة للعوامل المناخية.
مباني ذات استهلاك منخفض للطاقة	- مباني ذات استهلاك قليل للطاقة - المنزل الذاتي	تقليل استهلاك الطاقة بنسبة 50% مقارنة بالمباني الاعتيادية.

وتتمحور مبادىء العمارة المستدامة حول الحد من إستهلاك الموارد الغير قابلة للتجديد وتجميل البيئة الطبيعية وإزالة أو الحد من إستخدام المواد السامة. وتطبيق هذة المبادىء يقلل التأثير السلبى على البيئة الطبيعية والمشيدة من حيث المبانى ومحيطها المباشر والإقليمى والعالمى فالمبنى المستدام أنطلاقاً من هذه المبادىء يعرف بأنه ممارسات البناء التى تسعى إلى الجودة المتكاملة (الإقتصادية – الإجتماعية – البيئية) بطريقة واضحة، فالإستخدام المنطقى للموارد الطبيعية والإدارة الملائمة للمبانى يسهم في إنقاذ الموارد النادرة وتقليل إستهلاك الطاقة وتحسين البيئة مع الأخذ في الاعتبار دورة حياة المبنى كاملة.

اما أهداف العمارة المستدامة فنظراً لتغييرالإتجاه العالمى من الإهتمام بالكم إلى الكيف والتى شكلت أهداف جديده لقطاع الانشاء ومطالب المستهلك والصحوات العالمية للإستدامة والتى شكلت الأهداف الرئيسية للعمارة المستدامة في الآتى :- فاعلية الموارد، فاعلية الطاقة، والوقاية من التلوث، والتوافق مع البيئة. ويمكن تطبيق هذه الأهداف وتوقع النتائج على محاور الإستدامة الثلاثة بيئي اجتماعي اقتصادي، وعالمى محلى وموقعى داخلى.

إن أهم التوصيات لإرساء مفهوم المباني المستدامة هي الترشيد لسبل الإعمار والسكن ومراعاة التنمية المستدامة التي تتطلب استخدام الموارد الحالية دون المساومة على الموارد اللازمة للأجيال القادمة. والمباني المستدامة لا تهتم فقط في وضع إستراتيجية البناء المتكامل من الوجهة البيئية وحسب بل تهتم أيضاً باستخدام الطاقة الخضراء أي الطاقة المتجددة خاصة طاقة الشمس والرياح حيث أن المدن العربية تمتلك مخزون كبير من الطاقة الشمسية.

تحقق المباني المستدامة التوافق بين الإنسان ومجتمعه وبيئته من خلال الربط بين ثلاثة عناصر أساسية وهي:

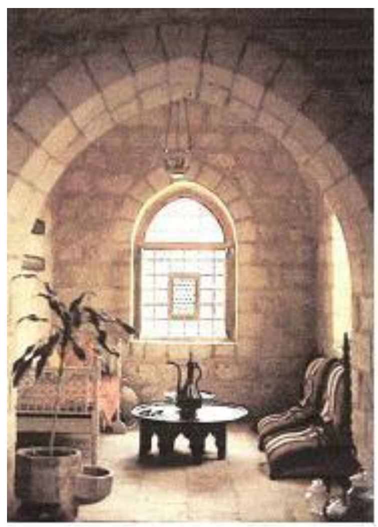
- كفاءة استخدام الموارد والمواد.
- التعامل الأمثل مع الظروف المناخية والجغرافية والاجتماعية السائدة.
- الاستجابة للاحتياجات البشرية المادية والاجتماعية مع الحفاظ على حقوق واحتياجات الأجيال القادمة.

عوامل التصميم المستدام

حددت خمس عوامل للوصول الى تصميم مستدام تندرج فيما يلي:

1- تكامل التخطيط والتصميم ويكون التصميم (ذاتي التشغيل) إذا ما قورن بالتصميم التقليدي وتكون للقرارات التصميمية المبكرة تأثير قوى على فاعلية الطاقة.

2- اعتماد التصميم على الشمس وضوء النهار كمصادر طبيعية للإمداد وتهيئة الجو المناسب للمستخدم، كما في الشكل رقم (2)، واستخدام الستائر والزجاج العاكس للحرارة. ويمكن تحقيق تبريد المبنى بشكل طبيعي والتهوية الطبيعية، باستخدام الملاقف، وغيرها.(وزيري،2002)



شكل رقم (2): الاستفادة من ضوء الشمس في تأمين إنارة المباني. (المصدر: وزيري،2002)

3- اعتماد التصميم المستدام على فلسفة بنائية وليس شكل معين أكثر من اللجوء إلى الأشكال المألوفة.

4- يعتبر التصميم المتكامل الذي يكون فيه كل عنصر جزء من كل أكبر منه عنصراً هاماً لنجاح التصميم المستدام.

5- اعتبار ترشيد استهلاك الطاقة وتحسين صحة المستخدم من العناصر الأساسية في التصميم تليها العناصر الأخرى، فالاتجاهات التصميمية المستدامة توجه إلى الأشكال المحافظة على الطاقة وفاعليتها وإدماج التكنولوجيا المتوافقة المحافظة على الإنسان والبيئة .(وزيري،2002)

ابعاد التصميم المستدام

يتمحور التصميم المستدام حول عدة أبعاد رئيسية تتدرج فيما يلي (Kim,1998):

المكان: يبدأ أي تصميم مستدام بدراسة المكان فإذا اهتممنا بأبعاد المكان المختلفة يمكن لنا العيش فيه دون تدميره، وتساعد دراسة المكان المصممين في عمل التصميم المناسب كالتوجيه والحفاظ على البيئة الطبيعية وتوافقها مع التصميم والوصول إلى التكامل بين المبنى وبيئته المبنية والخدمات المتاحة .

التأثير البيئي: يسعى التصميم المستدام إلى إدراك التأثير البيئي للتصميم. بتقييم الموقع، الطاقة، المواد، فعالية أساليب البناء ومعرفة الجوانب السلبية ومحاولة تخفيفها عن طريق استخدام مواد مستدامة ومعدات ومكملات قليلة السمية.

الطبيعة البشرية: يهتم التصميم المستدام بدراسة طبيعة المستخدمين وخصائص البيئة المشيدة وإدراك متطلبات السكان والمجتمع والخلفية الثقافية والعادات والتقاليد حيث تتطلب العمارة المستدامة دمج القيم الجمالية والبيئية والاجتماعية والسياسية والأخلاقية واستخدام توقعات المستخدمين والتكنولوجيا للمشاركة في العملية التصميمية المناسبة للبيئة. (Kim,1998) .

يفترض أن تكون تكلفة المباني المستدامة في مرحلة الإنشاء مرتفعة مقارنة مع المباني التقليدية ولكنها اقتصادية في مرحلة التشغيل ولا تكون أكثر تعقيداً من المباني التقليدية، ويتم استرداد الزيادة في تكلفة الإنشاء خلال استثمار المبنى لعدة سنوات.

5.1.2 مفاهيم الاستدامة والعمارة الخضراء في القطاع العمراني

التصميم المستدام .. العمارة الخضراء .. الإنشاءات المستدامة .. البناء الأخضر .. هذه المفاهيم جميعها ما هي إلا طرق وأساليب جديدة للتصميم والتشييد تستحضر التحديات البيئية والاقتصادية التي ألقت بظلالها على مختلف القطاعات في هذا العصر، فالمباني الجديدة يتم تصميمها وتنفيذها وتشغيلها بأساليب وتقنيات متطورة تسهم في تقليل الأثر البيئي، وفي نفس الوقت تقود إلى خفض التكاليف وعلى وجه الخصوص تكاليف التشغيل والصيانة كما أنها تسهم في توفير بيئة عمرانية آمنة ومريحة. وهكذا فإن بواعث تبني مفهوم الاستدامة في القطاع العمراني لا تختلف عن البواعث التي أدت إلى ظهور وتبني مفهوم التنمية المستدامة بأبعادها البيئية والاقتصادية والاجتماعية المتداخلة.

لم تعد هناك خطوط فاصلة بين البيئة والاقتصاد منذ ظهور وانتشار مفهوم التنمية المستدامة الذي أكد بما لا يدع مجالاً للشك أن ضمان استمرارية النمو الاقتصادي لا يمكن أن يتحقق في ظل تهديد البيئة بالملوثات والمخلفات وتدمير أنظمتها الحيوية واستنزاف مواردها الطبيعية. والعمارة المستدامة الخضراء تعزز وتتبنى هذا الارتباط الوثيق بين البيئة والاقتصاد، والسبب في ذلك أن تأثيرات الأنشطة العمرانية والمباني على البيئة لها أبعاد اقتصادية واضحة والعكس صحيح، فاستهلاك الطاقة الذي يتسبب في ارتفاع فاتورة الكهرباء له ارتباط وثيق بالاعتماد على أجهزة التكييف الاصطناعية مع إهمال التهوية الطبيعية، وذلك ينسحب على الاعتماد بشكل أوحد على الإضاءة الاصطناعية لإنارة المبنى من الداخل مما يقود إلى زيادة فاتورة الكهرباء وفي نفس الوقت يقلل من الفوائد البيئية والصحية فيما لو كانت أشعة الشمس تدخل في بعض الأوقات إلى داخل المبنى. فقد أثبتت الأبحاث الحديثة أن التعرض للإضاءة الاصطناعية لفترات طويلة يتسبب في حدوث أضرار جسيمة على صحة الإنسان على المستويين النفسي والبدني. وتعد عملية التعرض للذبذبات الضوئية الصادرة عن مصابيح الإنارة (الفلورسنت) والافتقاد للإضاءة الطبيعية من أهم الآثار السلبية التي تعاني منها بيئة العمل المكتبي، فقد ظهرت نتيجة لذلك شكاوى عديدة من المستخدمين في بعض الدول الصناعية المتقدمة تضمنت الإحساس بالإجهاد الجسدي والإعياء والصداع الشديد والأرق كما أن الإضاءة الصناعية الشديدة تعتبر في مقدمة الأسباب المرجحة لأعراض الكآبة في بيئات العمل.

يتسبب الهدر في مواد البناء أثناء تنفيذ المشروع في تكاليف إضافية ويقود إلى تلويث البيئة بهذه المخلفات التي تنطوي على نسب غير قليلة من المواد السمية والكيميائية الضارة. وهكذا فإن الحلول والمعالجات البيئية التي تقدمها العمارة المستدامة الخضراء تقود في نفس الوقت لتحقيق فوائد اقتصادية لا حصر لها على مستوى الفرد والمجتمع.

تستهلك صناعات البناء على مستوى العالم حوالي (40%) من إجمالي المواد الأولية ويقدر هذا الاستهلاك بحوالي (3 مليارات) من الأطنان من المواد الأولية سنوياً. في الولايات المتحدة الأمريكية تستهلك المباني وحدها (65%) من إجمالي الاستهلاك الكلي للطاقة بجميع أنواعها، وتتسبب في (30%) من إنبعاثات البيت الزجاجي. إن أهمية دمج ممارسات وتطبيقات العمارة المستدامة الخضراء جلية وواضحة، أن المباني تستهلك سُدس إمدادات الماء العذب في العالم، وربع إنتاج الخشب، وخُمسين الوقود والمواد المصنعة. وفي نفس الوقت تنتج نصف غازات البيت الزجاجي الضارة، وأن مساحة البيئة المشيدة في العالم ستتضاعف خلال فترة وجيزة جداً تتراوح بين 20-40 سنة قادمة. (Wines,2000)

هذه الحقائق تجعل من عمليات إنشاء وتشغيل المباني العمرانية واحدة من أكثر الصناعات استهلاكاً للطاقة والموارد في العالم. كما أن التلوث الناتج عن عدم كفاءة المباني والمخلفات الصادرة عنها هي في الأصل ناتجة عن التصميم السيئ للمباني، فالملوثات والمخلفات التي تلحق أضراراً كبيرة بالبيئة ليست سوى نواتج عرضية لطريقة تصميم مبانينا وتشييدها وتشغيلها وصيانتها، وعندما تصبح الأنظمة الحيوية غير صحية نتيجة لهذه الملوثات فإن ذلك يعني وجود بيئة غير آمنة للمستخدمين.

إن التكلفة العالية للطاقة والمخاوف البيئية والقلق العام حول المباني الصندوقية المغلقة في فترة السبعينات، جميعها ساعدت على إحداث قفزة البداية لحركة العمارة المستدامة الخضراء. أما في الوقت الحاضر فإن "الاقتصاد" هو الباعث الرئيس على التحول والتوجه نحو التصاميم والمباني الأكثر خضرة.

وتعد الإستدامة واحدة من أهم الاعتبارات التي يتم أخذها بالحسبان عند مزاولة المعماريين والمهندسين للمهنة في الدول الصناعية المتقدمة، وقد أصبح الحديث عن العمارة الخضراء والمباني المستدامة من الأمور المألوفة في الأوساط المهنية الهندسية في الكثير من الدول الصناعية المتقدمة،

وكان ذلك متزامناً مع القلق المتزايد بشأن التأثيرات السلبية للبيئة المشيدة على الحالة البيئية لكوكب الأرض، بالإضافة إلى التحديات الاقتصادية المتفاقمة نتيجة لارتفاع تكاليف الطاقة ومواد البناء. ولذلك فقد تبنى المهنيون أنفسهم تجريب مصادر الطاقة البديلة، وتطوير تقنيات خفض استهلاك الطاقة، وتقليل المخلفات والملوثات الصلبة والسائلة والغازية، بالإضافة إلى تطوير مواد وأساليب جديدة للتصميم والتنفيذ والتشغيل والصيانة. يقول المعماري جيمس ستيل في كتابه" العمارة الخضراء": "...الإستدامة تتطلب توظيف المهارات التي يستعملها المعماري بشكل أفضل كالتحليل، المقارنة، التأليف، والاستنتاج وهي تقود إلى الخيارات الجمالية التي لها أساس في الحقيقة بدلاً من الأنماط التشكيلية."

وتشكل مفاهيم وتطبيقات الإستدامة في صناعة البناء أسلوبا عمليا جديدا للممارسة المهنية أثناء التصميم والإشراف. قبل كل شيء يجب أن نثير بعض الأسئلة عن الطرق المتبعة في تصميم وبناء مساكننا ومنشآتنا المعمارية، وما هي القرارات التصميمية التي يتخذها المعماري والمهندس عند بلورة فكرة التصميم واختيار أنظمة ومواد البناء، هذه القرارات التي تتخذ على عجل في أروقة المكاتب الهندسية والاستشارية تبدو ظاهرياً سهلة وروتينية، ولكنها في الحقيقة أصبحت تشكل خطورة كبيرة من حيث أنها تؤثر وبشكل مباشر على مستقبلنا البيئي والصحي والاقتصادي. ومعظم هذا القلق ينتهي إلى استعمال الموارد وأهمها الطاقة التي أصبحت تشكل عبئاً اقتصاديا كبيراً على الأفراد والمجتمعات والحكومات. والطاقة المستهلكة في أنشطة البناء لا تتوقف على عمليات التشغيل التقليدية لأن الطاقة مجسدة في مواد البناء نفسها، في استخراجها من الطبيعة وتصنيعها ونقلها وتركيبها وتجميع الفاقد والتخلص منه، وبعد ذلك تأتي عمليات التشغيل المتواصلة وتصبح الطاقة عبئاً اقتصادياً وبيئياً في نفس الوقت بسبب التلوث الناجم عن غازات البيت الزجاجي والانبعاث الأخرى. ثم هناك خسارة الجمال الطبيعي وتدمير الأنظمة الحيوية واستنزاف الموارد البيئية، وهذه جميعها تتزامن مع عمليات استخراج موارد الطاقة وخامات مواد البناء من الطبيعة.

6.1.2 الخلاصة

يمكن الاستخلاص بأن الاستدامة في واقعها وطبيعتها وأهدافها يمكن وصفها بأنها آلية "نمط حياة" وليست في النهاية منتج يمكن تسويقه لأي مجتمع بغض النظر عن المرجعية الفكرية والثقافية لذلك المجتمع، لاضفاء الشرعية على ما يراد طرحه من أفكار.

ان عمليات إنشاء وتشغيل المباني العمرانية واحدة من أكثر الصناعات استهلاكاً للطاقة والموارد في العالم. كما أن التلوث الناتج عن عدم كفاءة المباني والمخلفات الصادرة عنها هي في الأصل ناتجة عن التصميم السيئ للمباني، فالملوثات والمخلفات التي تلحق أضراراً كبيرة بالبيئة ليست سوى نواتج عرضية لطريقة تصميم مبانينا وتشييدها وتشغيلها وصيانتها، وعندما تصبح الأنظمة الحيوية غير صحية نتيجة لهذه الملوثات فإن ذلك يعني وجود بيئة غير آمنة للمستخدمين. وجاء مفهوم العمارة المستدامة ليعبر عن الطرق والأساليب الجديدة للتصميم والتشييد تستحضر التحديات البيئية والاقتصادية التي ألقت بظلالها على مختلف القطاعات في هذا العصر، فالمباني الجديدة يتم تصميمها وتنفيذها وتشغيلها بأساليب وتقنيات متطورة تسهم في تقليل الأثر البيئي، وفي نفس الوقت تقود إلى خفض التكاليف وعلى وجـه الخصـوص تكـاليف التشغيل والصيانة

والعمارة الخضراء كجزء من الاستدامة تعتبر واحدة من حلول المشاكل البيئية التي تقلل من الممارسات ذات النمط غير المستدام وترقى بالاقتصاديات المحلية والاقليمية لتصبح ذات شكل ومضمون أكثر استدامة.

وهذا ما سيتم تناوله في الفصل القادم من توضيح لماهية العمارة الخضراء والمبادئ والأسس التي تقوم عليها لانتاج عمارة تساهم في حل مشاكل البيئة والحفاظ عليها وتوظيفها لخدمة الانسان.

2.2 العمارة الخضراء

1.2.2 المقدمة

تم في الباب السابق مناقشة مفهوم التنمية المستدامة والعمارة المستدامة والعوامل الأساسية للوصول الى تصميم مستدام، وتم التطرق الى دواعي تبني مفاهيم الاستدامة في القطاع العمراني كونها واحدة من أكثر الصناعات استهلاكاً للطاقة والموارد في العالم. كما أن التلوث الناتج عن عدم كفاءة المباني والمخلفات الصادرة عنها هي في الأصل ناتجة عن التصميم السيئ للمباني، فالملوثات والمخلفات التي تلحق أضراراً كبيرة بالبيئة ليست سوى نواتج عرضية لطريقة تصميم مبانينا وتشييدها وتشغيلها وصيانتها.

يهدف هذا الباب الى توضيح ماهية العمارة الخضراء وكيفية تحقيقها وتقييمها بشكل حقيقي من خلال بيان المبادئ والأسس التي تقوم عليها، والتطرق الى الانظمة والمعايير التي تطورت في الفترة الأخيرة لتقييم المباني الخضراء. فالتصميم الأخضر هو ذلك المتعلق بحل مشاكل البيئة والحفاظ عليها وتوظيفها لخدمة الانسان، كرد فعل طبيعي للمشاكل البيئية التي أصبحت على درجة كبيرة من التشعب والتعقيد وذلك بهدف وضع سياسات عامة وبرامج شامله متنوعة وجذرية تحقق اسهاما في مجال الحفاظ علي البيئة وتحسن نوعيتها سواء في المدن الحالية او المدن الجديدة والمستقبلية.

2.2.2 العمارة الخضراء

تعتبر العمارة الخضراء أو المباني والمدن الصديقة للبيئة، أحد الاتجاهات الحديثة في الفكر المعماري والذي يهتم بالعلاقة بين المباني والبيئة، وهناك العديد من المفاهيم والتعريفات التي وضعت في هذا المجال، فعرفت العمارة الخضراء على انها تلك التي يجب أن تقابل احتياجات الحاضر دون إغفال حق الأجيال القادمة لمقابلة احتياجاتهم أيضا .من خلال تصميمها وتنفيذها وإدارتها بأسلوب يضع البيئة في اعتباره، وتقليل تأثير المبنى على البيئة إلى جانب تقليل تكاليف إنشائه وتشغيله. (Yeang,1995).

العمارة الخضراء هي منظومة عالية الكفاءة تتوافق مع محيطها الحيوي بأقل أضرار جانبية، فهي دعوة إلى التعامل مع البيئة بشكل أفضل يتكامل مع محدداتها، تسد أوجه نقصها أو تصلح عيبها أو تستفيد من ظواهر هذا المحيط البيئي ومصادره، ومن هنا جاء وصف هذه العمارة بأنها (خضراء) مثلها كالنبات الذي يحقق النجاح في مكانه حيث أنه يستفيد استفادة كاملة من المحيط المتواجد فيه للحصول على متطلباته الغذائية، فالنبات كلما ازداد عمرا ازداد طولا فهو لم يخلق مكتملا منذ بدايته حتى يصل إلى مرحلة الاستقرار، ومن هذه الناحية بالذات اقترن اسم العمارة الخضراء بمرادف آخر وهو التصميم المستدام.

التطور الفكري للعمارة الخضراء

إن المدخل الأخضر في العمارة ليس بجديد، بل يمكن ملاحظته أيضا في مأوى الكائنات الأخرى من الحشرات والطيور والثدييات الصغيرة التي تظهر مهارة فائقة في تصميم بيوتها، فالنمل يبني بيوتا تتوافر داخلها الرطوبة والدفء، وهو يستخدم في سبيل ذلك مادة بناء خاصة يتخيرها من الطين الرديء الموصلية للحرارة، والأرانب البرية تختار فتحات ومداخل بيوتها كلها إلى الجنوب لكي تتلقى أكبر قسط ممكن من الإشعاع الشمسي المباشر. ولو تأملنا بيوت النحل والشكل المسدس للخلايا، لوجدناه الشكل الوحيد من بين الأشكال المضلعة والذي إذا جمع كل واحد منها إلى مثله لن يحدث بينها مسافات خالية، أي إقامة اكبر عدد من الخلايا أو البيوت في أقل مساحة متاحة.(أشقر،2010)

نجد خلال تاريخ الإنسان مع العمارة والمباني أمثلة واضحة لاحترامه لبيئته والتجـانس معها. ففي مصر الفرعونية تم توجيه مداخل المعابد بحيث تصل أشعة الشمس إلى داخل قدس الأقداس في شروقه يوما في السنة يطلق عليه يوم مولد المعبد.

أما اليونانيون القدماء فقد شيدوا معظم مبانيهم بمواجهة الشرق مع وجود فتحات كبيرة تجاه الجنوب، وهذا الأسلوب في التشييد يسمح بالحصول على أكبر قدر من الأشعة الشمسية في الشتاء عندما تنخفض الشمس في السماء، وفي العالم الجديد وبأمريكا الشمالية، فإن مدينة بابلوبونيتو Pueblo Bonito والتي يطلق عليها الآن (نيومكسيكو) كانت مخططة على شكل شبه دائري على هيئة مدرجات موجهة بأسلوب يراعي زوايا الشمس في الصيف والشتاء، كما أن الحوائط السميكة من الطوب اللبن تمتص الحرارة والأشعة الشمسية أثناء النهار وتشعها إلى الهواء أثناء الليل مما يجعل المكان ذو حرارة معتدلة طوال اليوم، بينما أن الأسقف المصنوعة من القش والطين تعمل كعازل ضد حرارة الشمس في الصيف، ولكن وفيما يبدو فإن الثورة الصناعية قد أنسته التجارب والخبرات التي اكتسبها عبر الآلاف من السنين في مراحل تطوره المختلفة، وبدأت الآلة تغير من الفكر الإنساني، وفقد مسكن الإنسان ارتباطه مع البيئة والطـبيعة. (Kim,1998)

وقد نجحت العمارة المحلية التقليدية في تحقيق هذا التوازن ويظهر تواصل العمارة المحلية مع البيئة في التصميم المعماري من خلال استعمال مواد البناء المحلية ومراعاة تأثير البيئة الطبيعية والمناخ والوعي بالاحتياجات والظروف الاجتماعية للأفراد والمجتمعات. إن الفوائد والمزايا البيئية-الاقتصادية التي حققتها في الماضي العمارة المحلية هي بحد ذاتها صور وتطبيقات مبكرة لمفهوم العمارة المستدامة الخضراء.

وفي الستينات من القرن العشرين بدأت المناداة بحماية البيئة والطبيعة، كما بدأ الاهتمام يتزايد بفكرة المبنى الصحي وبدراسة تأثير الملوثات والسموم على صحة الأشخاص داخل المباني، وفي التسعينيات بدأ تزايد اهتمام الحكومات بقضايا البيئة بصفة عامة وبفكرة العمارة الخضراء بصفة خاصة حتى أصبح التحدي على مستوى العالم من أجل تحقيق هدف بسيط وهام ألا وهو خلق مبنى صحي وآمن لبني البشر.

3.2.2 مبادئ العمارة الخضراء

تقوم العمارة الخضراء على عدة مبادئ أساسية يجب أخذها بعين الاعتبار في كافة مراحل تصميم وتنفيذ المبنى، فالمباني الخضراء التي تستخدم مواد بناء أكثر سلامة وتتبنى استراتيجيات تصميم أكثر ذكاء تحد من جميع التكاليف الأضافية، وتخفض استهلاك الطاقة وتقلل الأثر البيئي ومن تكاليف الإنشاء وتكاليف الصيانة، وتخلق بيئة عمل سارة ومريحة، وتحسّن من صحة المستخدمين وترفع من معدلات إنتاجيتهم. وحتى يتم تحقيق الفوائد المتوقعة من تبني قواعد العمارة الخضراء سواء الفوائد الاستثمارية أو الصحية أو تلك المتحققة من كفاءة استغلال الموارد الطبيعية، فلا بد من تطبيق المبادئ التي تقوم عليها العمارة الخضراء والتي تندرج فيما يلي:

1- احترام الموقع

الهدف الأساسي من هذا المبدأ أن يطأ المبنى الأرض بشكل لا يعمل على إحداث تغييرات جوهرية في معالم الموقع، ومن وجهة نظر مثالية ونموذجية أن المبنى إذا تم إزالته أو تحريكه من موقعه فإن الموقع يعود كسابق حالته قبل أن يتم بناء المبنى، وتعتبر قباب وخيام البدو الرحل، أحد أهم الأمثلة المعبرة عن هذا المبدأ، فهذه الخيام يتم نسجها من شعر الأغنام والإبل ويتم تدعيمها وتثبيتها ببعض الأوتاد الخشبية والحبال فقط، وعند رحيل البدو إلى أماكن أخرى بحثا عن الكلأ لرعي أغنامهم فنلاحظ عدم حدوث أية تغيرات جوهرية بالموقع وربما لا يستدل على إقامتهم إلا من بقايا رماد النار التي كانوا يشعلونها لطهي الطعام أو للتدفئة ليلا، إن مبدأ احترام الموقع دعوة للمصممين لاستخدام أساليب وأفكار تصميمية يكون من شأنها إحداث أقل تغيرات ممكنة بموقع البناء خاصة في عمليات الحفر أو الردم أوانتزاع بعض الأشجار من أماكنها. ومن أهم الأمثلة المعاصرة في هذا المجال هو ابتكار نظام جديد ومتطور لإيواء الحجاج في وادي منى، فلقد أدت المحاولات التصميمية لاستغلال سفوح الجبال لإيواء الحجاج مع المحافظة على البيئة الطبيعية للمشاعر المقدسة وطبوغرافية الموقع إلى ابتكار نوع من المنشآت الهيكلية القابلة للنقل والانطباق، إن نظام الخيام الهيكلية المنطبقة المتعددة الطوابق ينسجم كليا مع طبيعة موقعه ومع ما يجاوره من منشآت لإيواء الحجاج (وزيري،2002).

2- التكيف مع المناخ

أحد أهم التأثيرات على المباني هو مناخ المنطقة التي يشيد فيها المبنى. فالمباني في المناخات الباردة، دائما يكون لها كتلة حرارية عالية. وهي عادة ما تكون مغلقة لمنع فقدان الحرارة، وفتحات النوافذ تميل إلى أن تكون صغيرة أو غير موجودة كلياً. اما المباني في المناطق ذات المناخات الحارة، تميل إلى أن تُبنى بمواد خفيفة لتسمح بتهوية كبيرة عبر فتحات البناء. إن مشكلة التحكم المناخي وخلق جو مناسب لحياة الإنسان قديمة، فقد حرص الإنسان على أن يتضمن بناؤه للمأوى عنصرين رئيسيين هما: الحماية من المناخ، ومحاولة إيجاد جو داخلي ملائم لراحته، لذا اضطر الناس في المناطق الحارة والجافة والدافئة الرطبة إلى استنباط وسائل لتبريد مساكنهم باستخدام مصادر الطاقة والظواهر الفيزيائية الطبيعيتين، وتبين أن هذه الحلول عموما، أكثر انسجاما مع وظائف جسم الإنسان الفيزيولوجية، من الوسائل الحديثة التي تعمل بالطاقة الكهربائية كأجهزة التبريد وتكييف الهواء. ويستطيع البناء المستدام أن يواجه المشكلات المناخية وفي الوقت نفسه يستعمل جميع الموارد المناخية والطبيعية المتاحة من اجل تحقيق راحة الإنسان داخل البناء لذلك فهو متوازن مناخياً . (Kim,1998)

3- التقليل من استخـدام الموارد الجديـدة

هذا المبدأ يحث المصممين على مراعاة التقليل من استخدام الموارد الجديدة في المباني التي يصمموها، كما يدعوهم إلى تصميم المباني وإنشائها بأسلوب يجعلها هي نفسها أو بعض عناصرها في نهاية العمر الافتراضي لهذه المباني مصدرا وموردا للمباني الأخرى، فقلة الموارد على مستوى العالم لإنشاء مباني للأجيال القادمة خاصة مع الزيادات السكانية المتوقعة يدعو العاملين في مجال البناء للاهتمام بتطبيق هذا المبدأ بأساليب وأفكار مختلفة ومبتكرة في نفس الوقت، هذا وتعتبر إعادة تدوير المواد والفضلات وبقايا المباني من أهم الطرق المتبعة للتقليل من استخدام الموارد والمواد الجديدة نظرا لأنها تضم مواد غير نشطة من حيث انعدام التفاعلات الكيميائية الداخلة بها، بالإضافة لاهتمام التصميم المستدام بتوفير فراغ كافي لتنفيذ برامج التخلص من المخلفات الصلبة وإعادة تدوير مخلفات الهدم، كما أن أحد الأساليب الأخرى لتقليل استخدام الموارد الجديدة هو إعادة استعمال الفراغات والمباني لوظائف وأنشـطة أخـرى. (Kim,1998) .

4- الحفاظ على الطاقة

يجب أن يصمم المبنى ويشيد بأسلوب يتم فيه تقليل الاحتياج للوقود الاحفوري والاعتماد بصورة أكبر على الطاقات الطبيعية، والمجتمعات القديمة فهمت وحققت هذا المبدأ في أحيان كثيرة. فقد تأثرت جميع الشعوب ومنذ بدأ الخليقة بالعوامل البيئية عند تصميمها لمبانيها، فنجد أن الإنسان قديما قد تأثر بحركة الشمس في بناء مسكنه كما هو الحال عند سكان البادية الذين يقومون بتوجيه خيامهم نحو جهة الجنوب حتى تستفيد بقدر المستطاع من الشمس المنخفضة في الشتاء وتتقي بسهولة الشمس العالية في الصيف كما أن مدنا كثيرة في الحضارات القديمة خططت مع الأخذ بعين الاعتبار الواجهات الجنوبية للمباني. إن من أهم ما يمكن أن نستفيده من مبادئ المدينة التقليدية لترشيد الطاقة الكهربائية هو عنايتها بالظل في جميع أجزائها ومكوناتها ونسيجها العمراني، فالاختلاف بين المساحات المشمسة والمظللة تحدث تباينا يرسم لوحات من الجمال في المدينة نتيجة انكسار الأسطح أو بروزها، كما أن وجوده يشجع على المشي والتلاقي وهذا يزرع الألفة والمودة بين فئات وأفراد المجتمع، فوفرة الظل وشيوعه له أثره الاجتماعي الطيب عكس ما تعانيه المدينة اليوم حيث شاع فيها استخدام وسائل المواصلات المختلفة بدلا من المشي. (وزيري،2002)

5- احترام المتعاملين والمستعملين

إذا كانت العمارة الخضراء تولي اهتماما بقضية الحفاظ على الطاقة والموارد كما تنبه المصممين لأهمية احترام البيئة بصفة عامة فلا شك أنها تعطي اهتماما أكبر للمتعاملين معها سواء كانوا عمالا أو مستعملين، فسلامة الإنسان والحفاظ عليه هو الهدف الأسمى لها، وكذلك لا يجب أن تكون المواد أو التشطيبات المستخدمة في المباني ذات أثر ضار على العمال أو مستعملي المبنى فيما بعد، أما بالنسبة لاحترام مستعملي المبنى (الفئة المستهدفة من التصميم) فيجب الاهتمام بالبعد الإنساني وملائمة المبنى لوظيفته.(أشقر،2010)

6- التصميم الشامل

إن جميع مبادئ العمارة الخضراء يجب أن تراعى بصورة متكاملة في أثناء عملية تصميم المبنى أو تخطيط المدينة، فالعديد من المباني والمساكن في تراث العمارة الإسلامية على سبيل المثال قد أعطت نماذج واستخدمت عناصر معمارية (خضراء) وظهر ذلك في استخدام المواد الطبيعية المتوفرة بالبيئة، أو في استخدام الأفنية الداخلية (انظر الشكل 3) بما توفره من ظلال نهارا وتخزينها للهواء البارد ليلا، كما أن ملاقف الهواء استخدمت لتهوية الحجرات غير المواجهة مباشرة لجهة الرياح السائدة أو لتهوية السراديب (البدرومات). أما استعمال المشربيات الخشبية بالواجهات ساعد على كسر حدة أشعة الشمس مع توفير عامل الخصوصية، كل هذه العناصر المعمارية السابقة وغيرها مازالت قادرة على العطاء لمبانينا الحديثة كما هي أو بعد تطويرها بما يتلاءم مع متطلبات وتقنيات العصر ودرجة تقدمه، ونأخذ على سبيل المثال المركز الثقافي العربي في باريس والحائز على جائزة الأغاخان، وهو من تصميم المعماري جين نوبل Jean Nouvel الذي عكس فكرة المشربية الإسلامية الخشبية على نوافذ المبنى الزجاجية، حيث تضييق الفتحات عند زيادة كمية الضوء عن الحاجة في حين تأخذ في الإتساع عندما يقل الضوء وهكذا يتم التحكم في كمية الضوء الداخلة للمبنى، بالإضافة إلى أن الزخارف المكونة للمشربية المبتكرة تعمل على نسج لوحة فنية من الظل والنور نتيجة اختراق الضوء لها، فبات المبنى يعكس الروح العربية القديمة بتكنولوجيا غربية حـديثة.(وزيري،2002)



شكل رقم (3): استخدام الفناء الداخلي في متحف باردو في تونس. (المصدر:
http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Bardo_Museum_-_Islamic_courtyard.jpg

4.2.2 تقييم المباني الخضراء

بدأ المعماريون بعد أزمة الطاقة في السبعينات، يفكرون ويتساءلون عن الحكمة من وجود مباني صندوقية محاطة بالزجاج والفولاذ وتتطلب تدفئة هائلة وأنظمة تبريد مكلفة. وكرد فعل طبيعي، طفق الناس يتحمسون للعمارة الخضراء والمباني المستدامة ومن هناك صعد تيار يطالب في ترشيد الطاقة وتقنين إستهلاكها، وتعالت أصوات المعماريين الذين طالبوا بعمارة أكثر كفاءة في استهلاك الطاقة. وبدأت بلورة التصاميم المعمارية التي ركزت على التأثير البيئي طويل المدى أثناء تشغيل وصيانة المباني، وكانوا ينظرون لما هو أبعد من هم "التكاليف الأولية" للبناء. هذه النظرة ومنذ ذلك الحين تأصلت في بعض أنظمة تقييم المباني مثل معيار (BREEAM) وهو اختصار لـ (BRE Environmental Assessment Method) الذي تم تطبيقه في بريطانيا في العام 1990م. ومعايير قيادة الطاقة والتصميم البيئي (LEED) في الولايات المتحدة الأمريكية وهي اختصار لـ (Leadership in Energy and Environmental Design)، وهذه المعيار الأخير تم تطويره واسطة المجلس الأمريكي للبناء الأخضر (USGBC)، وتم البدء بتطبيقه في العام 2000م. والآن يتم منح شهادة (LEED) للمشاريع المتميزة في تطبيقات العمارة المستدامة الخضراء في الولايات المتحدة الأمريكية.

إن هذه الأنظمة والمعايير تسعى لتقييم المباني من خلال قائمة بسيطة من المعايير المستخدمة في الحكم على مدى التزام المبنى بالضوابط الخضراء، ووفقاً لهذه المعايير يتم منح نقاط للمبنى في جوانب مختلفة، **فكفاءة استهلاك الطاقة** في المبنى تمنح في حدود (17 نقطة)، **وكفاءة استخدام المياه** تمنح في حدود (5 نقاط)، في حين تصل نقاط جودة وسلامة **البيئة الداخلية** في المبنى إلى حدود (15 نقطة)، أما النقاط الإضافية فيمكن اكتسابها عند إضافة مزايا محددة للمبنى مثل: مولدات الطاقة المتجددة، أو أنظمة مراقبة غاز ثاني أكسيد الكربون. وبعد تقدير النقاط لكل جانب من قبل اللجنة المعنية يتم حساب مجموع النقاط الذي يعكس تقدير (LEED) وتصنيفها للمبنى المقصود، فالمبنى الذي يحقق مجموع نقاط يبلغ (39 نقطة) يحصل على تصنيف (ذهبي)، وهذا التصنيف يعني أن المبنى يخفض التأثيرات على البيئة بنسبة (50%) على الأقل مقارنة بمبنى تقليدي مماثل له، أما المبنى الذي يحقق مجموع نقاط يبلغ (52 نقطة) فيحوز على تصنيف (بلاتيني)، وهذا التصنيف يعني أن المبنى يحقق خفض في التأثيرات البيئية بنسبة (70%) على الأقل مقارنة بمبنى تقليدي مماثل.

5.2.2 الخلاصة

تم في هذا الباب دراسة المفاهيم المرتبطة بالعمارة الخضراء والمبادئ الأساسية التي تقوم عليها وتمثلت في عدة نقاط رئيسية هي: احترام الموقع، والتكيف مع المناخ، والتقليل من استهلاك الموارد الجديدة، والمحافظة على الطاقة، واحترام المستعملين، والتصميم الشامل. ومن ثم تم التطرق الى أنظمة ومعايير تقييم المباني الخضراء.

تم التوصل الى ان العمارة الخضراء هي منظومة عالية الكفاءة تتوافق مع محيطها الحيوي بأقل أضرار جانبية، فهي دعوة إلى التعامل مع البيئة بشكل أفضل يتكامل مع محدداتها، تسد أوجه نقصها أو تصلح عيبها أو تستفيد من ظواهر هذا المحيط البيئي ومصادره. وقد نجحت العمارة المحلية التقليدية في تحقيق هذا التوازن ويظهر تواصل العمارة المحلية مع البيئة في التصميم المعماري من خلال استعمال مواد البناء المحلية ومراعاة تأثير البيئة الطبيعية والمناخ والوعي بالاحتياجات والظروف الاجتماعية للأفراد والمجتمعات. إن الفوائد والمزايا البيئية-الاقتصادية التي حققتها في الماضي العمارة المحلية هي بحد ذاتها صور وتطبيقات مبكرة لمفهوم العمارة المستدامة الخضراء.

ان الحل المعماري البيئي يعتمد على مراعاة البيئة المحيطة وانشاء عمارة منسجمة مع المحيط وكانها ولدت من رحم الطبيعة، تستفيد من مواردها بالشكل المناسب ولا تتعدى على هذه الموارد، وكل مكان وكل اقليم له مميزاته وخصائصه المناخية وموارده التي تختلف عن اقليم اخر مما يساهم في ايجاد العديد من الحلول المناسبة كل حسب موقعه، وهو حل غالبا ما يكون اقتصادي وغير مكلف وبسيط.

3.2 معايير تصميم المباني الخضراء

تم في الباب السابق دراسة المفاهيم المرتبطة بالعمارة الخضراء والمبادئ الأساسية التي تقوم عليها والتطرق الى أنظمة ومعايير تقييم المباني الخضراء. وتم التوصل الى ان العمارة الخضراء هي منظومة عالية الكفاءة تتوافق مع محيطها الحيوي بأقل أضرار جانبية.

يمكن من خلال تطبيق معايير تصميم المباني الخضراء للوصول إلى مبنى أخضر يتلافى عيوب المباني الاعتيادية، هذه المبادئ والمعايير تتمحور حول النقاط الآتية:

1.3.2 استخدام الطاقات الطبيعية:

يظهر تأثير العوامل المناخية – سواء في المناطق الباردة أو الحارة – على الإنسان والبيئة المبنية من خلال استخدام الطاقة من أجل التبريد أو التدفئة حسب المنطقة المناخية لتوفير ما يطلق عليه (الراحة الحرارية داخل المبنى) ويعرف البعض الراحة الحرارية بأنها الإحساس الفسيولوجي (الجسدي) والعقلي الكامل بالراحة، وفي هذا الصدد كان لابد من توضيح استراتيجيات التصميم المناخي الواعي بالطاقة والذي يسعى إلى تحقيق هدفين أساسين وهما:

أولا : في فصل الشتاء يجب أن يراعى في تصميم المبنى الاستفادة القصوى من الاكتساب الحراري عن طريق الإشعاع الشمسي مع تقليل فقد الحرارة من داخل المبنى.

ثانيا : في فصل الصيف حيث يحتاج المبنى للتبريد فيراعى العمل على تجنب الإشعاع الشمسي وتقليل الاكتساب الحراري والعمل على فقد الحرارة من داخل المبنى وتبريد فراغاته الداخلية بالوسائل المعمارية المختلفة.(Givoni,1995)

ولكي يتم تدفئة أو تبريد المبنى فإن هذا يستلزم وسائل ونظم سواء كانت تعتمد على الطاقة الكهربائية (كمكيفات الهواء) أو الطبيعية (باستخدام الطاقات الطبيعية كالشمس والرياح والأمطار)، وبنظرة متأملة للمباني الحديثة نجد أن **أغلبها يعتمد تماما في عمليات التدفئة أو التبريد على مكيفات الهواء بالرغم من السلبيات المتعلقة بها والتي يمكن إيجازها فيما يلي:**

1- تعرض الجسم إلى اختلافات كبيرة في درجات الحرارة ما بين المبنى المكيف والشارع أو الفراغات الخارجية الحارة مما يؤدي إلى تقليل مناعة الجسم للميكروبات.

2- تساعد المكيفات على دخول البكتيريا والأتربة إلى المباني، كما أن إغلاق الغرف المكيفة إغلاقا محكما يؤدي إلى زيادة نسبة الملوثات المختلفة في هذه الأماكن المغلقة مقارنة بالأماكن جيدة التهوية.
3- إن عملية صيانة المكيفات مكلفة، كما ينتج عن عدم تنظيفها وتبديل الفلترات نمو البكتيريا والفطريات الضارة بصحة الإنسان.
4- يحتاج التكييف الميكانيكي على مستوى المدن لمجهودات وتكاليف كبيرة من ناحية توفير الطاقة الكهربائية لتشغيل هذه المكيفات.

تزداد السلبيات الناتجة عن استخدام المكيفات باطراد في حين أن الموارد والطاقات الطبيعية والتي تتمثل في الطاقة الشمسية وطاقة الرياح متوفرة ويمكن استخدامها بأساليب تصميمية معينة وهو ما كان يحدث في المباني التقليدية القديمة، حيث كانت تستعمل فيها مواد بناء ذات سعة حرارية كبيرة كالحجر أو الطين مثلا، بمعنى أن هذه النوعية من مواد البناء تعمل على تأخير انتقال الحرارة من خلالها إلى داخل المبنى وحتى ساعة متأخرة من النهار وبذلك يظل الجو الداخلي للمبنى مريحا أغلب ساعات النهار الحارة، كما كانت الفتحات الخارجية ضيقة (بعكس ما نراه من مسطحات زجاجية كبيرة في المباني الحديثة) وذلك لتلافي دخول كمية كبيرة من الإشعاع الشمسي المباشر، مع وضع بعض الفتحات العلوية والتي تسمح بدخول الضوء الطبيعي دون أن يتعرض الجالس أسفلها إلى الإشعاع المباشر، أما في حالة الفتحات الكبيرة فكانت تستعمل المشربيات الخشبية تعمل على كسر حدة أشعة الشمس مع السماح بدخول الهواء ونسبة معقولة من الضوء، كما تم استعمال ملاقف الهواء في بعض المباني والمنازل لتهوية بعض الحجرات أو القاعات.(Asfour,2000)
تعتبر طاقة الكتلة الحيوية من الطاقات الجديدة والمتجددة والتي يمكن استخدامها لتوفير طاقة نظيفة قابلة للاستخدام خاصة بالمباني السكنية وخصوصا بالمناطق الريفية وغير الحضرية، والتي يتم إنتاجها من المواد العضوية المتجددة ذات المنشأ النباتي والحيواني، فالمخلفات الزراعية الناتجة من حصاد المحاصيل المختلفة تعتبر مصدرا هاما من مصادر الطاقة الكامنة يشاركها في ذلك مخلفات النباتات المائية الناتجة عن تنظيف المجاري المائية، ولا تقل المخلفات الحيوانية أهمية عن سابقتها في هذا المجال، كما تكون المخلفات الآدمية بما تحتويه من مواد عضوية مصدرا هائلا للطاقة، وتعتبر تقنية إنتاج الغاز الحيوي أحد أهم الوسائل لتوفير الطاقة النظيفة والمتجددة كما أنها في نفس الوقت أحد أهم الوسائل الهامة للاستفادة من المخلفات والفضلات.

2.3.2 مواد البناء الصديقة للبيئة:

يلاحظ أن المباني في الحضارات القديمة كانت تستعمل مواد بناء متوافرة في البيئة كالحجر والطين والخشب والقش، ويعتبر الطين والطوب المحروق من أشهر وأقدم مواد البناء المستعملة، ولكي تكون مواد البناء صديقة للبيئة يجب أن : (Reddy,2004)

1- ألا تكون من المواد عالية الاستهلاك للطاقة سواء في مرحلة التصنيع أو التركيب أو حتى الصيانة. (انظر الجدول 2).

جدول رقم (2): مقدار الطاقة الكامنة في المواد. (المصدر: Reddy,2004)

التصنيف	مقدار الطاقة الكامنة كيلوواط/كجم	المواد
منخفض جدا	0.1	التربة
متوسط	0.86	الطوب
منخفض	0.28	الخرسانة
عالي جدا	27	الألمنيوم
منخفض	0.2	الخشب المحلي
متوسط	1.4	الخشب المستورد
عالي	9.2	الزجاج
عالي جدا	45	البلاستيك

معيار التصنيف: منخفض جدا: أقل او يساوي 0.1، منخفض: (0.1-0.7)، متوسط: (0.7- 2.0)، عالي: (2.0-25.0)، عالي جدا: أكثر من 25.0 كيلوواط/كجم.

2- ألا تساهم في زيادة التلوث الداخلي بالمبنى أي أن تكون من مجموعة مواد البناء (والتشطيبات) التي يطلق عليها مواد البناء الصحيحة وهي غالبا ما تكون مواد البناء الطبيعية. كما يجب استبعاد المواد والتشطيبات التي ثبت تأثيرها الضار على الصحة أوعلى البيئة، ومحاولة البحث عن بدائل لها، ومن هذه المواد والتشطيبات الضارة مادة P.V.C والفورمالدهيد والذي يستخدم كمادة لاصقة، ومادة الفنيل المستخدمة في الأرضيات و(الملدنات). (Reddy,2004)

3- قابلة لاعادة التدوير والاستخدام.

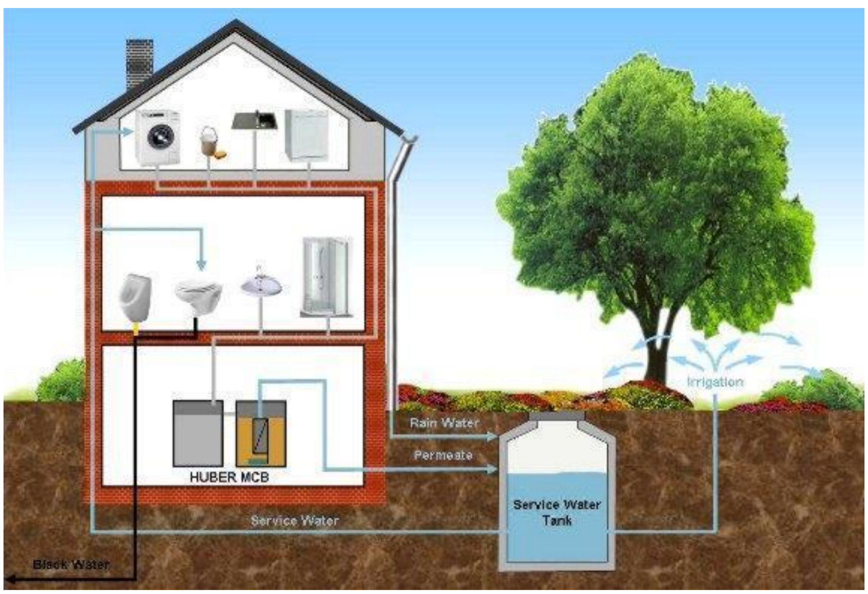
4- ان يتم استخراجها واحضارها من أماكن قريبة للموقع.(جدول 3)

جدول رقم (3): مقدار الطاقة المستهلكة في نقل المواد. (المصدر: Reddy,2004)

الطاقة المستهلكة في النقل لكل 100كم	الوحدة	مادة البناء
200	متر كعب	الطوب
175	متر كعب	الرمل
100	طن	الاسمنت
100	طن	الحديد الصلب

3.3.2 أساليب الحفاظ على الماء داخل المباني:

إعادة استخدام المياه المستعملة والتي تسمى بالمياه الرمادية Grey Water وهي الناتجة عن استعمال الحمامات والأدشاش والمطابخ، أثر كبير في خفض استهلاك الماء بالمباني، حيث يتم تجميعها في خزان أرضي ويتم معالجتها وترشيحها باستخدام الرمل والزلط والمرشحات البيولوجية ثم يعاد استعمالها لري الحدائق أو تستعمل مرة أخرى في صناديق الطرد، كما تعتبر عملية تجميع مياه الأمطار أيضا من العمليات الهامة في خفض استهلاك الماء، حيث تسقط هذه المياه في بعض المناطق الجافة على هيئة زخات كثيفة ولمدة زمنية قصيرة، حيث يتم تجميعها وتخزينها بأساليب مختلفة، ومن أشهر هذه الأساليب الآبار والخزانات الأرضية، حيث يمكن استخدام هذا الماء في الحمامات وري الحدائق وغسيل السيارات، كما يمكن استخدامها أيضا بعد التأكد من خلوها من الملوثات في حمامات السباحة ونوافير المياه. (انظر الشكل 4) (Hui,2001)



شكل رقم (4): اساليب الحفاظ على الماء داخل المباني-معالجة المياه الرمادية.(المصدر: Hui,2001)

4.3.2 جودة الهواء داخل المباني:

للتهوية داخل المبنى أهمية كبيرة وتعتبر إحدى العناصر الرئيسية في المناخ فالتهوية والتبريد الطبيعيين مهمان ودورهما كبير في تخفيف وطأة الحر ودرجات الحرارة الشديدة ، بل هما المخرج الرئيسي لأزمة الاستهلاك في الطاقة إلى حد كبير لأن أزمة الاستهلاك في الطاقة مردها التكييف الميكانيكي والاعتماد عليه كبير. وعلى المعماري كمبدأ منطقي عام البدء بتوفير الراحة طبيعياً ومعمارياً كلما أمكن ذلك ومن تم استكملها بالوسائل الصناعية لتحقيق أكبر قدر ممكن من الراحة مقتصداً في استعمال الطاقة الصناعية ومحققا للكفاءة الاقتصادية من ناحية التكاليف .

وللتهوية داخل المبنى سواء كانت طبيعية أو ميكانيكية أهمية كبيرة وكل أهمية من هذه المهام تتطلب احتياجات ومتطلبات خاصة تتغير طبقاً لتغير المناخ. (انظر الشكل 5). إن التهوية الجيدة للمبنى تعتبر أحد أهم العوامل للتغلب على تركيز الملوثات بها، وهنا تظهر أهمية توجيه فتحات المبنى إلى اتجاه الرياح السائدة بكل منطقة مع الحرص على تواجد أكثر من فتحة بكل غرفة لخلق تيار هوائي مناسب بها، وفي حالة الغرف غير المواجهة للرياح السائدة فيمكن الاستعانة بملاقف الهواء، كما يجدر الإشارة هنا إلى أن استخدام بعض المواد المسامية مع شرط استخدامها دون تغطيتها أوطلائها بدهانات تسد مسامها سيكون له الأثر الأكبر في ضبط نسبة الرطوبة داخل المبنى حيث أن هذه المواد تحتفظ بالرطوبة في مسامها ليلا حيث الرطوبة تكون أعلى (خاصة بالمناطق الجافة) وتنطلق هذه الرطوبة من مسام هذه المواد في أوقات النهار الحارة بفصل الصيف مما يوازن من نسب الرطوبة بهذا المناخ الجاف، ومن أمثلة هذه المواد الطوب والأحجار الطبيعية أو الأخشاب غير المدهونة بدهانات تسد مسامها. (Hui,2001)



شكل رقم (5): حركة الهواء خلال المبنى. (المصدر: Hui,2001)

5.3.2 الإضاءة والمبنى:

الشمس هي المصدر الأساسي للضوء الطبيعي على الكرة الأرضية، والضوء ينتشر على هيئة موجات كهرومغناطيسية، وللتعرف على أهمية كمية الإضاءة لحياة الإنسان وأن عملية الرؤية تستهلك ربع الطاقة الكلية اللازمة للجسم في حالة الإضاءة الصحية والنظر السليم، وأن أي نقص في هذه الإضاءة معناه استنزاف الطاقة من الجسم لتعويض هذا النقص، ويمكن توفير الإضاءة داخل المباني بطريقتين أساسيتين : الأولى عن طريق الإضاءة الطبيعية القادمة من الشمس، والثانية عن طريق الإضاءة الصناعية. (Thomas,2006)

فبالنسبة للإضاءة الطبيعية داخل المباني فإن التصميم الجيد للمبنى يجب أن يشتمل على ما يلي:

1- أن يكون بكل حجرة نافذتان بقدر الإمكان موزعتان على حائطين مختلفين.

2- توزيع الشبابيك واختيار أماكنها للحصول على أكبر قدر من الضوء الطبيعي وبخاصة المنعكس مع محاولة تجنب الضوء المباشر.(انظر الشكل 6)

3- تخصيص بعض الفراغات المكشوفة (كالأفنية مثلا) بالمبنى تسمح للإنسان بأن يستفيد من الأشعة البنفسجية مع مراعاة عامل الخصوصية .

4- أن يراعى في تخطيط الموقع ارتفاعات المباني والمسافات بينها بحيث لا يحجب مبنى الضوء الطبيعي عن مبنى آخر قريب منه أو يواجهه، ومن هنا تظهر أهمية دراسة زوايا الشمس المختلفة على مدار العام لتجنب ذلك. (Thomas,2006)



شكل رقم (6):- توزيع النوافذ. (المصدر: Thomas,2006)

أما بالنسبة للإضاءة الصناعية داخل المبنى: فيتم استخدامها في حالتين : الأولى عندما تكون الإضاءة الطبيعية غير كافية في الأجزاء البعيدة عن النوافذ، والثانية عندما تغرب الشمس ويحل الظلام. ويراعى في اختيار وحدات الإضاءة الصناعية أن تعطي نوعا من الإضاءة التي تكون أقرب ما يمكن للضوء الطبيعي، كما يجب اختيار النوعيات التي توفر في استهلاك الطاقة الكهربائية.

6.3.2 التصميم الصوتي وتجنب الضوضاء:

الصوت مثل الضوء له تأثيرات ملموسة على الصحة النفسية والجسدية للإنسان، فالأصوات المقبولة أو الجميلة لها تأثيرات نفسية جيدة وعلى العكس فإن الأصوات العالية أو الضوضاء يكون لها تأثيرات ضارة، وتوجد ثلاثة مصادر رئيسية لخلق وتواجد الضوضاء داخل المباني : أولها الضوضاء الآتية من خارج المبنى والناتجة عن وسائل النقل والسيارات المختلفة أو الورش والمصانع القريبة إن وجدت، وهذه الضوضاء يحملها الهواء وتدخل المبنى عبر النوافذ والأبواب المفتوحة أو حتى من بعض الشقوق والفتحات الضيقة، أما المصدر الثاني فهو ناتج عن سقوط أي جسم على الأرض أو نتيجة لاهتزازات بعض الأجهزة الكهربائية (كالثلاجات والغسالات مثلا)، أما المصدر الثالث فينتج من انتقال الضوضاء الداخلية أيا كان سببها خلال الحوائط والأرضيات من الشقق والفراغات المجاورة، وعلى ذلك فإن كفاءة الحوائط في منع انتقال الأصوات أو الضوضاء يعتمد على كتلتها، فالحوائط الأكثر سمكا والإنشاءات الثقيلة تكون أفضل في منع انتقال الضوضاء، أما تأثير الأرضيات على انتقال الضوضاء فلا يعتمد على كتلتها بل يعتمد على درجة امتصاص أسطح هذه الأرضيات، لذلك يفضل استخدام أرضيات أوتشطيبات أو كسوات ماصة للصوت (كالسجاد مثلا).

ويعتبر أفضل دفاع ضد الضوضاء وعدم وصولها لداخل المبنى هو زيادة المسافة بقدر الإمكان بين مصدر الضوضاء والمبنى المراد حمايته أو بوضع الغرف التي لا تتأثر بالضوضاء من الناحية الوظيفية (كغرف الخدمات مثلا) في جانب المبنى القريب من مصدر الضوضاء وهو غالبا ما يكون الشارع فتقوم هذه الغرف بحماية الغرف والفراغات الهامة والتي تتأثر بالضوضاء، أما إذا تعذر ذلك فإنه يمكن مراعاة بعض الأسس التصميمية البسيطة لتقليل الضوضاء الواصلة للمبنى، فعلى سبيل المثال فإن زراعة الأشجار في جهة مصدر الضوضاء (كالشارع مثلا) خاصة ذات الأوراق الكبيرة يمكنها التقليل من درجة هذه الضوضاء بامتصاصها، كما أن زراعة أحزمة نباتية بجوار المبنى بمسافة تتراوح من 6-15 م سيكون له أفضل التأثير في خفض الضوضاء الواصلة للمبنى . (Thomas,2006)

7.3.2 الطابع المعماري المتوافق مع البيئة المبنية:

من أهم الصفات التي يجب توافرها في المبنى الصديق للبيئة هي أن يتوافق الطابع المعماري له مع البيئة من الناحية التاريخية والاجتماعية بل ومع العادات وتقاليد المجتمع الذي يستعمل هذا المبنى مهما كانت الوظيفة التي يؤديها، ذلك لأن الطابع المعماري يعكس صورة الحضارة الإنسانية في كل زمان ومكان ويمس شخصية المجتمع واتزان الفرد فيه من الناحية الصحية والنفسية.

وكلمة (طابع) تعني السجية التي فطر عليها الإنسان، أي التلقائية بلا افتعال أو إملاء، أما عند تخصيص المعنى بالنسبة للطابع المعماري فتكون التلقائية ويظهر ذلك في استخدام أشكال معمارية تكيفت مع ظروف هذه البيئة بما يقابل السجية التي فطر عليها الإنسان، وعلى ذلك فإن الطابع المعماري لا ينشأ فجأة ولا يأتي من فراغ، بل إنه يأتي نتيجة مراحل تطور عدة مرت بها العمارة ليرد على متطلبات البيئة والمجتمع الذي نشأ فيه هذا الطابع.

ويمكن إيجاز العوامل التي تؤثر على الطابع المعماري في مجموعتين رئيسيتين وهما المجموعة الأولى : وهي عوامل البيئة الطبيعية التي تحدد خواص المكان ويكون تأثيرها عليه بطريقة مباشرة على مدى العصور المتعاقبة، فهي إذن ثابتة التأثير زمانا ومكانا على الطابع المعماري كالعوامل المناخية والجغرافية ومواد البناء المحلية. (وزيري،2002)

المجموعة الثانية : وهي العوامل الحضارية التي هي ناتج تفاعل الإنسان مع بيئته الطبيعية وهي تشمل العامل الديني والاجتماعي والسياسي والاقتصادي إلى جانب الأفكار الفلسفية والعلمية والفنية. وبالنظر إلى العمران المعاصر نجد أن (الطراز الدولي للعمارة) والذي أملاه المعماريون الغربيون على المجتمع العالمي بغرض توحيد الفكر المعماري والتخطيطي في جميع أنحاء العالم نجده أصبح مهيمنا دون مراعاة للاختلافات البيئية والحضارية والثقافية لكل مجتمع، ومن هنا تظهر أهمية التعمق في التراث المعماري الخاص بكل منطقة من أجل الاستفادة من الظروف التي أوجدت هذا التراث ثم تقييمه بغرض استلهام ما يتواءم منه ويصلح للتطبيق في البيئة والمجتمع المعاصر، ومن هنا تكون البداية لإيجاد طابع معماري للعمارة والمباني بما يتوافق مع كل بيئة بشقيها الطبيعي والحضاري.(وزيري،2002)

8.3.2 الخلاصة

العمارة الخضراء هي منظومة عالية الكفاءة تتوافق مع محيطها الحيوي بأقل أضرار جانبية، فهي دعوة إلى التعامل مع البيئة بشكل أفضل يتكامل مع محدداتها، تسد أوجه نقصها أو تصلح عيبها أو تستفيد من ظواهر هذا المحيط البيئي ومصادره. وهي العمارة النابعة من طبيعة المنطقة، من محددات الموقع والتوجيه وخامات البناء المحلية، ليس فقط فنياً وجمالياً ولكن تقنياً أيضاً بمحددات الحرارة والبرودة والإضاءة، لذلك، فهي العمارة التي تحترم الطبيعة ومواردها، وتوفر لساكنيها أقصى راحة بيئية ممكنة. ومع ذلك، فإن العمارة المستدامة لا تعمل على تقييد إبداع المصممين، ففكر هذه العمارة وكذلك الطابع البيئي للعمارة الذي يظهر في مواد البناء وملمس الأسطح، وحتى حيوية الغطاء النباتي المحيط بالموقع، التكامل الجيد بالطبع للعمارة المستدامة يجب أن يتناغم مع الموقع بطريقة واضحة ومؤثرة، لأن العمارة التي لا تترك أثراً ليست عمارة جيدة.

يمكن من خلال تطبيق معايير تصميم المباني الخضراء الوصول إلى مبنى أخضر يتلافى عيوب المبنى المريض، هذه المبادئ والمعايير تتمحور حول النقاط الآتية: استخدام الطاقات الطبيعية، مواد البناء الصديقة للبيئة، الحفاظ على الماء داخل المباني، جودة الهواء داخل المباني، الإضاءة والمبنى، التصميم الصوتي وتجنب الضوضاء، الطابع المعماري المتوافق مع البيئة.

تم في هذا الفصل تم توضيح جميع الجوانب المتعلقة بالعمارة الخضراء من حيث المفهوم، ومبادئ تحقيقها ومعايير تصميمها. أما الفصل القادم سيهدف الى ربط المتغيرات التكنولوجية بالعمارة الخضراء ومبادئ الاستدامة.

3. الفصل الثالث: تكنولوجيا وتقنيات الاستدامة.

1.3 المتغيرات التكنولوجية ومبادئ الاستدامة

1.1.3 المقدمة

يهدف هذا الفصل الى توضيح علاقة التكنولوجيا والتقنيات المتطورة وأثرها على تحقيق الاستدامة ومدى أهمية مساهمة التقنيات التكنولوجية في تحقيق العمارة الخضراء.

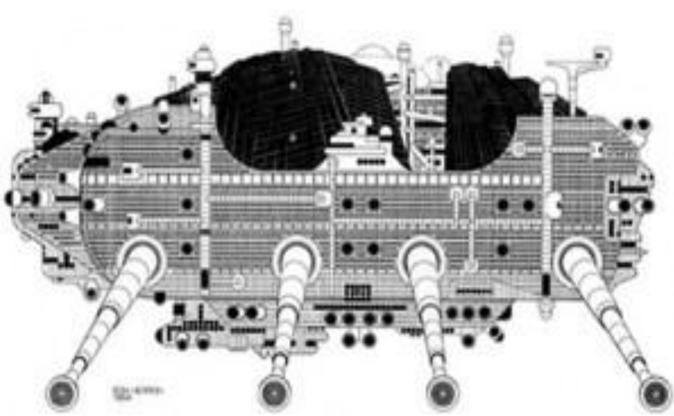
افقد غياب التصور العلمي الواضح للعمارة المستدامة، العمل المعماري القدرة على ان ينسجم مع البيئة الطبيعية، كما ادى ابتعاد المعماريين بشكل واضح عن الأنظمة البيئية وتركيزهم على مفردات التكنولوجيا الى فقدان الحضور للعمارة المستدامة مما ادى الى خلل واضح في التطبيق المهني. وقد حاول بعض المصممين الارتقاء بتصاميمهم وبناء عمارة مستدامة بيئيا واقتصاديا واجتماعيا، توازن بين الفن والوظيفة وبين التقنية والبيئة، معيدين التفكير في الغاية التي يجب ان تؤديها العمارة بشكل اساسي. فقد بدأت تكنولوجيا البناء بالتطور في الثلاثينيات من القرن العشرين واحداث تغيير على المنشآت الحضرية، فظهور تقنييات التكييف الميكانيكية وتقنيات الاضاءة الصناعية قليلة الكلفة وتطوير المنشآت المعدنية والزجاج العاكس قد مهد لظهور المنشآت المعدنية والزجاجية المغلقة والتي كان بالامكان انارتها صناعيا وتكييفها بالاعتماد على أنظمة تدفئة وتبريد ميكانيكة ضخمة مستهلكة لمصادر الطاقة غير المتجددة. هذه التقنيات أحدثت بداية لمرحلة تراجع في المفاهيم البيئية في العمارة حيث بدأ المعماريون بتجاهل القضايا البيئية وتأثيرها على المباني والمستخدمين، ونتيجة لدور التقنيات الميكانيكة والكهربائية الجديدة في تحقيق الحياة للمنشآت فقد استحدثت تعقيدات وتقنيات الصناعة الحديثة العديد من التخصصات الجديدة للمساعدة في تصميم المباني مما قلص دور البناء المعمار التقليدي.

2.1.3 علاقة التكنولوجيا بالبيئة

إن مشكلة التحكم المناخي وخلق جو مناسب لحياة الإنسان قديمة قدم الإنسانية نفسها، فقد حرص الإنسان على أن يتضمن بناؤه للمأوى عنصرين رئيسيين هما : الحماية من المناخ، ومحاولة إيجاد جو داخلي ملائم لراحته، لذا اضطر الناس في المناطق الحارة والجافة والدافئة الرطبة إلى استنباط وسائل لتبريد مساكنهم باستخدام مصادر الطاقة والظواهر الفيزيائية الطبيعيتين، وتبين أن هذه الحلول عموما، أكثر انسجاما مع وظائف جسم الإنسان الفيزيولوجية، من الوسائل الحديثة التي تعمل بالطاقة الكهربائية كأجهزة التبريد وتكييف الهواء. (وزيري،2002).

قامت جماعة الاركيجرام (Archigram) في العقد السادس من القرن العشرين بايجاد العلاقة بين التقنيات العالية والمشاكل البيئية، وعدت المدينة هيرون (Herron) المتنقلة تعبيرا عن التصميم الحضري العضوي (انظر الشكل 7). ويؤكد Abel ان العمارة الجيدة يجب ان تعبر عن واقعها بجميع تناقضاته وتعقيداته الناتجة عن التطور العلمي والتكنولوجي في جميع المجالات. (Abel,1997). أما Baker فيشير الى الأثر السلبي للتقدم العلمي على البيئة الطبيعية والانسان حيث يرى انه خلال القرون الثلاثة الأخيرة قد ابعد الانسان نفسه عن البيئة الطبيعية، وأعد لنفسه بيئة صناعية يعيش فيها ذات استقلال كبير عن الطبيعة. (Baker,1996)، وظهرت افكار هايديغر (Heidegger) التي كانت ذات تأثير كبير في العمارة، فقد عد هايديغر فيلسوفا معارضا للتكنولوجيا الحديثة، ووفقا له فان سبب ظهور التكنولوجيا هو ارتخاء في روابط الانسان مع الارض، ومع اصوله ومع الاشياء نفسها.

وقد صل مفهوم الاستدامة قمته في العقد الاخير من القرن العشرين ولا سيما نظريات واستراتيجيات التصميم المستدام مما ادى الى ظهور حركة تمزج بين التكنولوجيا والايكولوجي التي عرفت بـ (Eco-Tech) و (Eco-Cool) تدخل فيها علوم الهندسة والحاسوب والايكولوجيا معا.



شكل رقم (7): مدينة Herron المتنقلة. (المصدر: (Passmore,2008

3.1.3 التقنية البسيطة Low-tech والتقنية العالية High-tech

وصل مفهوم الاستدامة قمته في العقد الاخير من القرن العشرين ولا سيما نظريات واستراتيجيات التصميم المستدام مما ادى الى ظهور حركة تمزج بين التكنولوجيا والايكولوجي التي عرفت بـ (Eco-Tech) و (Eco-Cool) تدخل فيها علوم الهندسة والحاسوب والايكولوجيا معا، ورغم ان لحظة الوعي باحتياج عمارة بيئية عمت وانتشرت منذ وساطة قمة ريو، الا انها موجودة منذ عدة عقود، في الوقت الذي كان يتواجه غالبا أنصار التقنية البسيطة Low-tech والتقنية العالية High-tech. فيما يلي:

التقنية البسيطة (Low-tech)

اقترح بعض الرواد، المثاليون الذين أجابو على التخوفات الناتجة عن الأزمة البترولية، منذ سبعينيات القرن العشرين، بدائل بيئية، بالخصوص في قطاع الاسكان والمنشآت التربوية والثقافية الصغيرة. وفي تحركات الحركة المعارضة في ايار 1986، شجع بعض المعماريون الرافضون لصلابة وبرودة المباني الحديثة، المستخدمين للمشاركة في الفكرة التصميمة وانشاء مباني توفر لساكنيها الحياة الملائمة لمتطلباتهم. ولقد أدت هذه الفلسفة المضادة للسلطة الى انشاء عدة مشاريع منها مساكن اجتماعية ليواكيم ابل (Joachim Eble) في المانيا، (انظر الشكل 8).



الشكل رقم (8): مساكن اجتماعية ليواكيم ابل (Joachim Eble) في المانيا. (المصدر: Van der Ryn,2003)



الشكل رقم (9): مباني الطين. (المصدر: (http://ginger0n.wordpress.com/2009/12/31/4

وفي العشرية الثالثة، عمل العديد من المعماريون بمواد طبيعية اخرى، حيث أنشأ كل من النرويجي سفير فيهن (Sverre

(Fehen) والفرنسيين جوردا (Jourda) وبيرودان (Perraudin) مباني الطين (انظر الشكل 9). كما طور بعض المصممين عمارات بواجهات واسقف نباتية. (Gauzin,2001).

التقنية العالية High-Tech

يرمز لعمارة التقنية العالية بتلك التي ترتكز على استخدام التكنولوجيا والتقنيات الحديثة كمباني المكاتب والتجهيزات الكبرى المثيرة للانتباه من المعدن والزجاج كنقاط مرجعية للعمارة العالمية. اجتمع العديد من المصممين تحت اطار جمعية ريد، للتفكير في استخدام الطاقات المتجددة في المباني. حيث لاقت هذه الجمعية المعترف بها رسميا عام 1993 خلال ندوة فلورنس العالمية حول الطاقة الشمسية في العمارة والتصميم الحضري، دعم المجتمع الاوروبي. (Gauzin, 2001) .

يعد مشروعي برج كومارزبانك في فرانكفورت، (الشكل 9). وقبة البرلمان الالماني في برلين في رايشستاغ (Reichstag) (الشكل 10) المعاد احياؤه، للمعماري الشهير نورمان فوستر رمزي التقنية الايكولوجية (Eco-tech). ولكن لم تعد العمارة المنتشرة عالميا والتي تريد ان تكون بيئية باستخدام التكنولوجيا والأنظمة الحاسوبية، وخصوصا في مجال الراحة الحرارية في الصيف واقتصاديات الطاقة في الشتاء ولكن تستحق هذه المنشآت الوسيطة أن تكون أثر تدريبي، حيث طبقت العديد من المبادئ مثل الواجهة الزجاجية المضاعفة، وسجلت فاعليتها وبدرجة كبيرة (Kur,1998).





شكل رقم (9): برج كومارزبانك. (المصدر Catherine,2001)

شكل رقم (10): قبة البرلمان الالماني. (المصدر Catherine,2001)

4.1.3 التكنولوجيا وتحقيق الاستدامة

يمكن تمييز اتجاهين للأفكار في مجال العمارة البيئية على وجه الخصوص ، التوجه الأول يعتمد على ان حل المشاكل البيئية يكمن باستعمالنا للكثير من التقنيات، والتوجه الثاني الذي يرتكز على انه "لا لاستخدام التكنولوجيا". بحيث لا يعني ذلك تغيير طراز الحياة والعودة الى العصر الحجري ولكن أنه اذا كنا متهيئين لتقبل أن الجو حار في الصيف وأبرد في الشتاء، فنستطيع الوصول الى درجة مقبولة من الراحة باتباع قوانين الطبيعة.(Gauzin, 2001) .

يقدم المعماري ماك دونو مستويات اخلاقية جديدة لمهنة العمارة اعتمادا على ما يتعلق بالحياة الانسانية، والعالم الطبيعي وعمليته المعقدة فان جدوله كان انتقادا آخر للعمارة الحديثة وشروط الحداثة. لقد كشف بحثه أن المنظومة الكاملة لتشييد المباني الحديثة والمعاصرة هي منظومة سامة ووجد انه من غير الأخلاقي أن يستمر المعماريون في ممارسة الأعمال على طبيعتها. وكنتيجة يرى أن **التصميم المستدام لا يتوقف على التصميم والتقنية وحدهما** وان الحلول لمشاكل البيئة لا توجد الا حالما يتوقف الانسان عن محاولة السيطرة على الطبيعة والنظر اليها على أنها نموذج. (McDonough,1996)

أن رواد الحركة الحديثة أمثال فرانك لويد رايت، ولوكوربزييه، ونارفي، وميس فاندروه... وغيرهم، **قد تحولو الى التقنيات الصناعية والى الأشكال الجديدة كي يقدمو حرية ابداعية ومجال من التحسينات الاجتماعية. ولكن اليوم قد جرى تطبيق الامكانية الكبيرة لهذه التقنيات للوصول الى نهاية واحدة وهي تكوين المال**...وبعد قرن من التعديل سنجد أن الأبنية الخرسانية والحديدية لم تكن أبدا رخيصة في البناء، وهذه الهياكل الفارغة مع واجهاتها الكلاسيكية او التقليدية او الحديثة، وكأنها اختيرت من كتالوجات (نماذج) لا تمتلك أي انتماء الى المكان أو الأفراد ويرى أن **هذه الاستراتيجية يمكن أن تترك المستقبل أسوأ وهي عبارة عن تناقض في التفكير المستدام.** وعلى أساس ذلك يتناول روجرز مفهوم الاستدامة في العمارة من خلال الكشف عن الطرق التي من خلالها تستطيع الأبنية أن تزيد من الفضاء العام لمدننا، استجابة الى الاحتياجات المتغيرة لمستخدميها، باستغلال التقنيات التي تستديم أكثر من أن تكون عنصرا ملوثا. اذ ينبغي على الأبنية ان تصنع المدن التي تريح المجتمع وتحترم الطبيعة. ووضح روجرز كيف يمكن للواقع العام أن يحدد شكل البنايات وكيف أن البنايات المرنة تقدم لنا طرقا جديدة لتنظيم حياتنا، وهذا ما يشجع المجتمع ويعزز البعد الاجتماعي

للاستدامة البيئية. اذ ان **التحدي الذي يواجه المعماريون يهدف الى تطوير بنايات تدمج التقنيات المستدامة وتقلل من تلويثها للبيئة وتكاليف ادارتها** (Ibid, 1998). ويتوقع روجرز ان هذا التغيير الحاصل في تقنياتنا يمكن ان يقلل من استهلاك الطاقة في الابنية وان خفض الطاقة المستخدمة من قبل البنايات الى النصف سوف يقلل الاستهلاك العالمي للطاقة الى الربع. ويرى ان **المعماريين قد قللوا من اعتمادهم على الحلول التقنية عالية الطاقة الفعالة، وبدأو بالكشف عن التقنيات الذاتية التي استخدمت الطاقة القابلة للتجديد والمعززة بالموارد الطبيعية** مثل النباتات والرياح والشمس والارض والماء. وقد اعطى أمثلة كأبنية مكاتب التجارة النموذجية و Inland Revenue building والساحات المنخفضة التي صممها في مركز مدينة بوردو (Bordaux).(Rogers,1997)

ان الاستدامة من منظور التصميم تشمل على تصميم البيئة المبنية الموجودة في علاقة عضوية مع كل من البيئة المحيطة بالتصميم والبيئات التي تنشأ فيها مواد التصميم، وهكذا يكون التصميم فيها بسيطا ذا منهجية تعتمد مبادؤه على مبادئ الطبيعة. وان التصميم المستدام اصبح فلسفة تعتمد على البيئة وتعني ان مبادئ التصميم ينبغي ان تكون شاملة وتأخذ بنظر الاعتبار كل المنظومة الايكولوجية، **وان البناء الأخضر ينبغي ان يأخذ بنظر الاعتبار الثقافة المحلية والاقتصاد والمواد والبيئة.** اما فيما يخص الابعاد المعمارية، تطرح الدغيم ان تصميم المباني المستدامة يشتمل على ثلاث مبادئ رئيسية هي التصميم الكفؤ للطاقة، والحفاظ على الهوية الثقافية والاقليمية، ومواد البناء البيئية. حيث تؤدي استراتيجيات التصميم الكفؤ للطاقة الى مبادئ بناء باستخدام التقنية كأساس في التصميم. وترى الدغيم ان **العمارة المستدامة ليست ضد التقنية، وانما هي بشكل بسيط تدعو الى التصميم الحكيم الذي يستخدم التقنية بدلا من الاعتماد عليها.** وان للعمارة المستدامة استراتيجيات في ثلاث مستويات: المناخ الذي يجب ان نأخذه بعين الاعتبار (اتجاه الشمس وحركة الرياح والحرارة والرطوبة،الخ..)، وغلاف البناية (الكثافة الحرارية، مواد البناء، الالوان)، وشكل البناية وموقعها (تقليل الاسطح، تصميم الفضاءات الداخلية للاستفادة من التبريد الذاتي وحرارة الشمس). اما فيما يخص الهوية الثقافية والاقليمية ترى الدغيم من ان الدروس التي جرى استنباطها من البناء الاقليمي ينبغي ان نستفيد منها في تصميم الابنية، وهذا ليس مهم فقط من وجهة نظر كفاءة الطاقة لكن هو جوهري في الحفاظ الثقافات المحلية والعادات وخلق شعور بالمكان، وعن مواد البناء تركز الدغيم على ان اختيار مواد البناء المراد استخدامها في التشييد يعتبر عنصرا مهما جدا في امكانية الاستدامة من خلال اعادة تدوير البناية (Recycling) واعادة تدوير المواد واصل المواد. (Edgaim,2000).

إن التطور المعماري الحديث جلب معه -رغم إيجابياته- الكثير من السلبيات، مثل استخدام كيماويات البناء والاستغلال الجائر للموارد الطبيعية **واستخدام الزجاج في مناخات صحراوية حرارية زادت من الحاجة إلى الطاقة بهدف التبريد والتكييف.** وهكذا فإن الدعوة لتطبيق أسلوب العمارة الخضراء ليست دعوة للرجوع إلى القديم -وفق المعلم- وإنما للمطالبة باستخدام المفاهيم القديمة في البناء ولكن في إطار مقتضيات العصر الحديث. وبالتالي يمكن الاستفادة من الموروث الحضاري في البناء ودمجه في المستحدث من أساليب التصميم المعماري، مع الاستخدام الأمثل للتقنية دون الإضرار بالبيئة، والتوسع في الغطاء النباتي والمساحات الخضراء أمام المنازل لفوائدها الصحية للإنسان. ويرى أن استخدام الإسمنت والكونكريت والحديد الصلب في العمارة الحديثة يزيد من استهلاك الطاقة لحاجة المباني إلى تهوية صناعية وغيرها، مطالبا بالتوسع في بحوث البناء من أجل مواءمة ما هو مستحدث في هذا الجانب مع واقع وطبيعة المنطقة. (المعلم،2010)

تكمن إشكالية أفكار العمارة الخضراء في استقبالها وتبنيها دون تقييم كاف لملاءمتها محليا. ذلك أن التقنيات التي تم تطويرها في أوروبا وأميركا قد لا تتناسب مع العوامل الطبيعية في هذه المنطقة، وتستوجب تطويعها لتحقيق المواءمة المطلوبة، بل قد تتطلب حلولا وتوجهات في البيئة الحارة أو شديدة الرطوبة تكون مختلفة بشكل كبير أو معاكسة لما تم اعتماده في البيئات الباردة أو المعتدلة أو الجافة. لكن الظروف التي تواكب التطور العمراني في الغالب لا تدع مجالا للبحث في تطويع التقنيات المرتبطة بهذه التوجهات، ما يؤدي الى إضاعة فرص الاستفادة من الإمكانات الحقيقية المتاحة للتطوير والتنمية المستدامة.

5.1.3 الخلاصة

تم في هذا الباب توضيح علاقة التكنولوجيا بالبيئة وبتحقيق الاستدامة من خلال عدة توجهات متباينة، بعض هذه التوجهات أكدت على ضرورة ايجاد العلاقة بين التقنيات العالية والمشاكل البيئية وان العمارة الجيدة يجب ان تعبر عن واقعها بجميع تناقضاته وتعقيداته الناتجة عن التطور العلمي والتكنولوجي في جميع مجالاته. من جهة اخرى، اشارت بعض التوجهات الى الأثر السلبي للتقدم العلمي على البيئة الطبيعية وان الانسان ابعد نفسه عن الطبيعة وأعد لنفسه بيئة صناعية ذات استقلال كبير عن الطبيعة وظهرت عدة افكار تدعم هذا التوجه. يمكن تمييز اتجاهين للأفكار في مجال العمارة البيئية على وجه الخصوص، التوجه الأول يعتمد على ان حل المشاكل البيئية يكمن باستعمالنا للكثير من التقنيات، والتوجه الثاني الذي يرتكز على استخدام الطرق التقليدية بدلا من التقنيات الحديثة لايجاد حل لمشاكل البيئة.

تم التوصل انه لا بد من استعمال التقنية والتكنولوجيا بقدر أو بآخر ولكن لا يجب اعتبار التقنية هدفا وغاية بل وسيلة، ، فالعمارة المستدامة ليست ضد التقنية، وانما هي بشكل بسيط تدعو الى التصميم الحكيم الذي يستخدم التقنية بدلا من الاعتماد عليها.

يهدف الباب القادم الى عرض التقنيات اللازمة لتحقيق مباني خضراء لغرض تقييم المباني الحديثة المقامة في مدننا العربية فيما اذا كان استعمال تكنولوجيا البناء الخضراء هدفا أم وسيلة، فلا بد من التمييز بين التقنيات الذاتية الواجب مراعاتها في المراحل الاولى من التصميم، والتقنيات الحديثة، وهذا ما سيتم تناوله في الفصلين القادمين.

2.3 تقنيات التصميم البيئي الذاتية Passive Solar Design Techniques

1.2.3 المقدمة

ان مراعاة العمارة لعنصر المناخ، والنظر إليه كأحد العوامل المهمة التي تؤثر في عملية التخطيط العمراني، جزء من مخطط أكبر لعمارة تراعي البيئة التي تحتضنها، بظروفها وخصائصها وطبيعة مواردها، وتندمج فيها بطريقة تتكامل معها وتثريها وتحفظها، وتحقق لساكنها أكبر قدر من الراحة، والظروف الصحية الملائمة، وأن الاعتماد على التكييف، ورغم وصوله إلى الذروة، لا يشكِّل حلاً نهائياً ولا مثالياً. إذ أن مواجهة حر الصيف يجب أن تبدأ أساساً منذ المراحل الأولى لتخطيط المنازل والمباني فالتكييف **يحتل المركز الأول في معدلات استهلاك الكهرباء في معظم دول العالم وتوضح الدراسات التي تتتبع استهلاك الطاقة في المملكة العربية السعودية مثلا أن نسبة 66% من إجمالي استهلاك الكهرباء يذهب إلى تبريد المباني خلال شهور الصيف الحارة.** (الناجم،2008)

يشير الخبراء إلى أن السؤال حول تحقيق الجو المريح في منازلنا في فصل الصيف، يجب أن يذهب إلى مساحة أخرى بعيدة تماماً عن جهاز التكييف. **إذ أن المشكلة تبدأ من الأساس بكون المساكن أبعد ما تكون عن ملائمتها لطبيعة المناخ السائد في المنطقة. وبالتالي فإن الحل يأتي من إعادة النظر في المفاهيم العمرانية التي تتبع في إنشاء وتصميم هذه المساكن، كي تصبح متماشية مع بيئتها، وليست معادية لها. وأن يعاد إبداع عمارة عصرية (أذكى) في خطوطها العريضة والتفصيلية، تتكون من عناصر تساعد في اندماجها وتكيفها مع بيئتها، بدلاً من العناصر التي تخلق مشكلات معها، ثم تعيينا بعدها في إيجاد الحل.**

لقد ارتبطت هذه العمارة (الخضراء)، في بدايتها كاتجاه عالمي، بأزمة الطاقة في السبعينيات، التي جعلت المعماريين يراجعون اتجاهات العمارة السائدة في تلك الفترة وما قبلها، ويتساءلون عن الحكمة من **بناء مباني صندوقية محاطة بالزجاج والفولاذ تتطلب قدراً كبيراً ومكلفاً من الطاقة من أجل تدفئتها وتهويتها وتبريدها.** هذا الترابط مابين النشاط العمراني من جهة، والبيئة والاقتصاد من جهة أخرى، هو ما دفع مجموعة من المعماريين على مستوى العالم في بداية السبعينيات إلى العمل على استكشاف رؤى **ومفاهيم معمارية جديدة تركز على اعادة العلاقة بين المبنى وبيئته.** تحول هذا الفكر إلى اتجاه مهم في العمارة يعرف الآن بالعمارة المستدامة، وذلك عبر **تصميم مباني تتعامل مع**

بيئتها بأعلى درجات الكفاءة و(الحكمة)، وتحقق أقصى معدلات الإفادة من الطاقة والمياه والموارد، سواء في عملية إنشائها أو في أنشطة الحياة اليومية لسكانها، وتنتج أقل ضرر ممكن على صحة الإنسان وسلامة البيئة.

تتسم التقنية التي تعتمد على الطاقة الشمسية بشكل عام بأنها إما أن تكون سلبية أو إيجابية وفقًا للطريقة التي يتم استغلال وتحويل وتوزيع ضوء الشمس من خلالها. وتشمل تقنية الطاقة الشمسية الإيجابية استخدام اللوحات الفولتوضوئية والمضخات والمراوح في تحويل ضوء الشمس إلى مصادر أخرى مفيدة للطاقة. في حين تتضمن تقنية الطاقة الشمسية الذاتية عمليات اختيار مواد ذات خصائص حرارية مناسبة وتصميم الأماكن التي تسمح بدوران الهواء بصورة طبيعية واختيار أماكن مناسبة للمباني بحيث تواجه الشمس. (انظر الشكل 12)

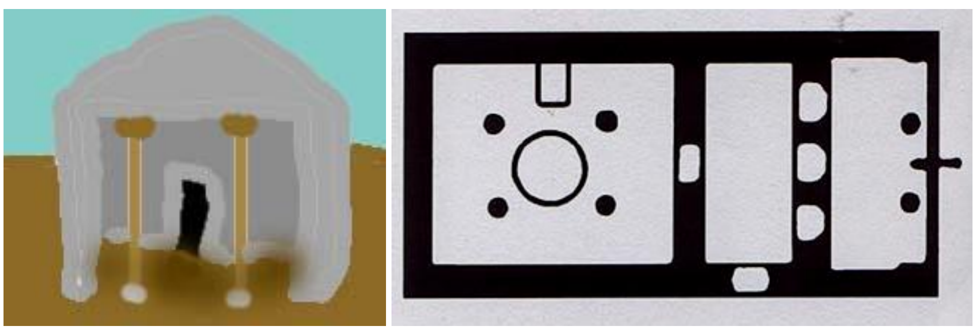


شكل رقم (12): أمثلة على تقنيات التصميم الذاتي والتصميم الفعال. (المصدر: Foster,2008)

يهدف الفصليين القادمين الى توضيح الفرق بين تقنيات التصميم البيئي الذاتية، والتقنيات الحديثة المستخدمة لانتاج عمارة خضراء.

2.2.3 التصميم الشمسي الذاتي Passive Solar Design

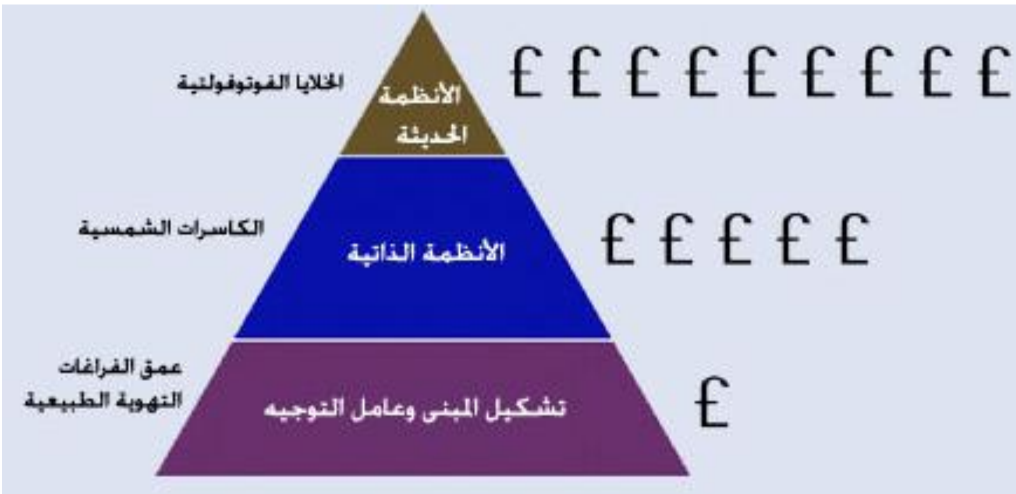
لقد أثر ضوء الشمس على تصميم المباني منذ بداية التاريخ المعماري. ولقد تم استخدام وسائل التخطيط المدني والمعماري المتطورة التي تعتمد على استغلال الطاقة الشمسية لأول مرة بواسطة اليونانيين والصينيين الذين قاموا بإنشاء مبانيهم بحيث تكون ناحية الجنوب للحصول على الضوء والدفء. من الخصائص الشائعة للتخطيط المعماري الذي يعتمد على تقنية الطاقة الشمسية الذاتية إنشاء المباني بحيث تكون ناحية الشمس (نسبة مساحة السطح منخفضة إلى حجمه) والتظليل الانتقائي (أجزاء من الأبنية متدلية) والكتلة الحرارية مدروسة. عندما تتوفر هذه الخصائص بحيث تتناسب مع البيئة والمناخ المحلي، تنتج عنها أماكن مناسبة الإضاءة ذات مدى متوسط من درجات الحرارة، ويعتبر منزل الفيلسوف اليوناني سقراط الذي يسمى "ميجارون" مثالاً نموذجيًا للتصميمات المعمارية التي تعتمد على تقنيات الطاقة الشمسية الذاتية (انظر الشكل رقم 13). تستخدم التطبيقات الخاصة بالتصميمات المعمارية التي تعتمد على استغلال الطاقة الشمسية تجمع بين نظم التهوية والتدفئة والإضاءة الشمسية في تصميم واحد لاستغلال الطاقة الشمسية ويكون متكاملاً.(Balcomb,1992).



الشكل رقم (13): منزل الفيلسوف اليوناني سقراط الذي يسمى "ميجارون". (المصدر:Balcomb,1992)

تعد دراسة الطاقة الشمسية هي الأهم لاستغلالها لخدمة الانسان فى مختلف المجالات باعتبارها طاقة نظيفة ومأمونة، تشير مختلف الاحصائيات العالمية الى ان المخزون العالمى للطاقة من البترول سوف يتضاءل خلال العشرين سنة القادمة فقد زادت المخاوف من استخدام الطاقة النووية لإنتاج الكهرباء لما سوف يسببه من تلوث بيئي مما ادى الى البحث فى **استخدام الطاقة المتجددة كبديل طبيعى من بدائل الطاقة لكونها:-** بديل نظيف لا يؤدى الى تلوث البيئة، وطاقة متوفرة فى الطبيعة وبدون مقابل. وكونها طاقة متجددة ولا تنضب.

يتدرج التصميم البيئي الجيد من خلال ثلاث مستويات، تبدأ بالمستوى الأعرض في قاعدة الهرم بالسيطرة على تشكيل المبنى والتوجيه ضمن الموقع (تهوية طبيعية، فراغات عميقة). ثم في المستوى الثاني يعتمد على التقنيات الذاتية (كعناصرالتظليل). اما في المستوى الثالث على التقنيات الحديثة (الأنظمة الايجابية Photovoltaics, Heat recovery systems): (انظر الشكل 14)



الشكل رقم (14): مستويات التصميم البيئي. (المصدر: Foster,2008)

يعتمد النظام الشمسى الذاتى على العناصر الطبيعية لتشغيل جميع النظم بدون الاستعانة بأى وسائل ميكانيكية وهذا النظام يتأثر **بكفاءة الموقع وتوجيه المبنى ونوع المواد الانشائية المستخدمة فيه** وبالتالى مواد النهو والتشطيب الداخلى. واستخدام هذا النظام يتطلب غالبا طرق إنشائية معينة تيسر تجميع وتخزين الطاقة الشمسية ولذا فهى **تتطلب اعطاء عملية التصميم أهمية كبرى لاعتماد الانتقال الحرارى فى الفراغات الداخلية على الوسائل الطبيعية** ويلعب العزل الحرارى للمنشأ دورا هاما فى تخزين الحرارة وخاصة الصادر من الاشخاص ووحدات الأضاءة والاشعة الشمسية النافذة الى الفراغات الداخلية. وبتخزين الحرارة فى الحوائط والارضيات والاسقف نهارا **يصبح المبنى مكتفيا ذاتيا ولا يحتاج لأنظمة كهربائية** للتدفئة الليلية شتاءاً، كما ان العزل يلعب دورا كبيرا فى خفض الطاقة اللازمة للتبريد صيفا، وعلى العكس فالنوافذ رديئة العزل تؤدى الى فقد حرارى كبير خلال الشتاء كما تسمح بدخول الحرارة صيفا.

يحاول التصميم البيئي التقليل من استخدام الأنظمة الفعالة في تشغيل المبنى، والاعتماد على المناخ المحلي بدلا منها.(العكام،2009). **تهدف الخطوة التصميمة الأولى الى معرفة النظم الذاتية (الذاتية) المعتمدة على العوامل المناخية المحلية للموقع واعطاء الألوية لها بدلا من من النظم الفعالة**، وبهذه الطريقة يمكن ان يحقق التصميم البيئي أقل استهلاك للطاقة غير المتجددة، والمتحققة عن طريق التنظيم المورفولوجي لشكل المبنى وتكامله مع محيطه، فالنظم الذاتية هي تقنيات خاصة بالتبريد والتدفئة لتحقق درجات حرارة مقبولة عن طريق الطاقات الطبيعية. (Cole,1995).

ومن أهم استراتيجيات التصميم البيئي الذاتي ما يلي:

أولا: استراتيجيات نظم التبريد الذاتي: اذ تستخدم النظم والتقنيات البسيطة للتقليل من درجات الحرارة الداخلية باستخدام الطاقات الطبيعية عن طريق تقليل الحرارة المكتسبة في المبنى وتقليل دخول الاشعاع الشمسي في المناطق الحارة عبر الغلاف الخارجي له وايجاد تهوية طبيعية لتحقيق الراحة الحرارية من خلال تقنيات خاصة. ويمكن تحقيق ذلك معماريا **عن طريق توجيه المبنى، وحجمه وموقعه وعدد المباني المجاورة، وموقعها وتشكيلها والتفاصيل الخارجية للمبنى وطريقة التظليل...الخ.** وتتحقق نظم التبريد الذاتي من خلال تحريك الهواء الخارجي فضلا عن الافادة من المياه والتربة وباطن الأرض، ومن مزاياها: (العكام،2009).

- اعطاء الراحة الحرارية لمستخدمي المباني ولاسيما أثناء النهار.
- التبريد الذاتي الطبيعي في النهار فضلا عن التبريد الليلي لتحقيق درجات حرارة مناسبة.
- التبريد التبخيري عن طريق الفقدان الحراري للمنشأ في الليل من خلال نظم سقفية خاصة.
- التبريد التبخيري غير المباشر عن طريق تبريد السقف والواجهات.(Givoni,1994)

وتشمل استراتيجيات نظم التبريد الذاتي ما يلي:

1. **الاستفادة القصوى من الطاقات الطبيعية**، اذ يكون التشكيل بالمستوى الأفقي والعمودي من للمبنى والبيئة الحضرية.(Kaiho,2000). وتتوافر أشكال متبعة تعد الأمثل لكل بيئة تساعد المصمم في التعرف على التشكيل الكتلي والفضائي للمجاورات والنسيج الحضري وعلاقته بالبيئة، وتقترح الاستراتيجيات التي تربط **شكل المبنى او هيئته مع التوجيه** ضمن الموقع قياسا لحركة الشمس والرياح والشكل المستطيل وبنسب معينة بوصفه أفضل شكل للمبنى ان تكون استطالته باتجاه شرق-

غرب **والتقليل من السطوح قياسا للحجم وتصميم مستوى عال من عزل وتضام الكتلة البنائية للتقليل من الكسب والفقدان الحراري والتقليل من عمق المخطط البنائي لايصال أكبر من الاضاءة الطبيعية**، اذ يعد المناخ المحلي من العوامل المؤثرة في شكل المبنى لتحقيق عمارة ذاتية، كما يمكن التوصل الى تميز البيئة التقليدية بكونها متكيفة ذاتيا مع الظروف البيئية ولاسيما بسبب اعتمادها على النظم الذاتية. (العكام،2009).

2. **التصميم الذاتي عن طريق تصميم الواجهات**، حيث يعطي تشكل الواجهات وعلاقتها بالمحيط على المستوى العمودي والأفقي مع الفضاءات الحضرية أفضل الحلول للتصميم الذاتي اذ يمكن ان تصمم هذه الواجهات عن طريق نظم حسابية خاصة لمعرفة مدى استجابتها للمؤثرات البيئية، وتعد المواد من أهم العوامل المؤثرة في التصميم الذاتي فضلا عن نظم التظليل الشمسية (الشكل 15) والنظم المستخدمة لايجاد التهوية الجيدة ومنع دخول الاشعاع الشمسي المباشر الى المبنى. (Van der Ryn,2003)



شكل رقم (15): وحدات التظليل الشمسية.
(المصدر: Van der Ryn,2003)

3. **التصميم الذاتي عن طريق السيطرة الشمسية**، ومن خلال عوامل عدة تتمثل بمنع الاشعاع الشمسي من الدخول الى المبنى في الأوقات الحارة أو في التشكيل الكتلي والفضائي في البيئة الحضرية. ان علاقة المبنى بالفضاء الحضري وطريقة توجهه وتشكيله له أهمية في ابعاد الاشعاع الشمسي عبر الفترات الموسمية المختلفة (Walmsley,1972). وتتحكم الواجهات بطرق التظليل ونوع الفتحات المستخدمة وحجمها وطريقة تشكيلها ضمن الواجهات لتجنب الاشعاع الشمسي، ويتميز استخدام الزجاج الذكي بخاصية تمكنه من التحكم بكمية الاشعاع الشمسي الداخل والتقليل منه محافظا

على كمية الأضاءة الطبيعية الداخلة اذ يعد التزجيج من الأنظمة البيئية.(Yeang,1995). ويمكن الاستفادة من المبدأ المعتمد في واجهات المباني السكنية التقليدية المعتمدة على ادخال الضوء غير المباشر عبر ما يعرف بالشناشيل الى الفضاءات الداخلية كي لا تزيد من درجة حرارة الفضاء ومن ثم السيطرة على الاشعة الشمسية، لذلك يهدف استخدام النظم الذاتية للانارة الطبيعية الى التقليل من النظم الاصطناعية في انارة الفضاءات الداخلية معتمدة على عدة أفكار منها: انعكاس النهار عن طريق النظم الأنبوبية التي تقوم بجمع ضوء الشمس ومن ثم ادخاله الى الفضاء ليزيد من كفاءة الانارة الداخلية، واستخدام الزجاج المزدوج لاعطاء الانارة الطبيعية والتقليل من من دخول الاشعاع الشمسي.(العكام،2009).

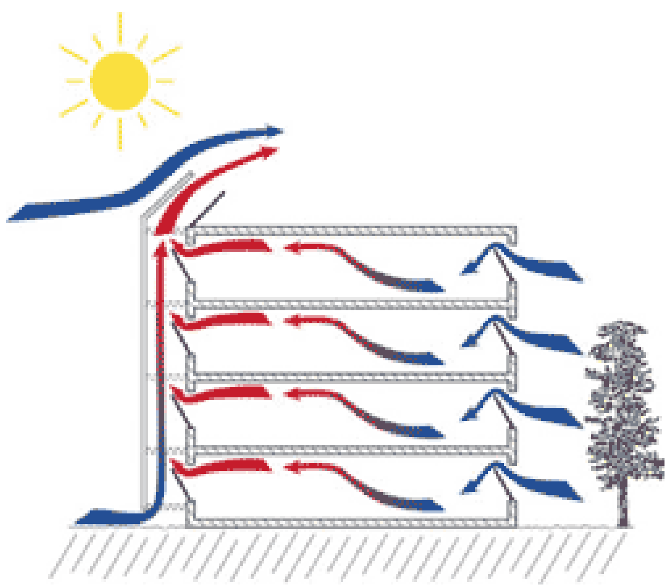
4. **التصميم الذاتي عن طريق لون غلاف المبنى**، حيث يدعو التصميم الذاتي الى ظاهرة استخدام المواد ذات الألوان الفاتحة ولاسيما سقف المبنى الذي يكتسب حرارة عالية صيفا والى **تقليل الحرارة المنبعثة الى الفضاءات الداخلية بنسبة 40%** والى الاستفادة القصوى من التشجير حول المبنى للتقليل من الحرارة وتدعى الظاهرة بتأثير الجزر الحرارية الحضرية Urban heat island effect (انظر الشكل 16) اذ ترتفع درجات الحرارة فيها بسبب الاحتباس الحراري المتولد عن طريق سطوح المباني، ومن ثم انبعاثها الى البيئة الحضرية. ويشكل استخدام المواد التي تحمل خاصية انعكاسية عالية أهمية كبيرة في المناطق الحضرية الحارة اذ ينبغي ان تكون ألوان واجهات المبنى فاتحة جدا للتقليل من الحرارة المؤثرة في الشوارع المحيطة.



الشكل رقم (16): الجزر الحرارية الحضرية. (المصدر:
(http://www.weatherquestions.com/What_is_the_urban_heat_island.htm

5. التصميم الذاتي عن طريق استخدام الرياح والتهوية الطبيعية، اذ يعد التحرك الهوائي من أهم العوامل المناخية التي تساعد في تقليل الحمل الحراري في المبنى والبيئة الحضرية، ويمكن الحصول على التهوية الجيدة وزيادة تبريد المبنى، وتوجد امكانيات واسعة لاستخدام التهوية الطبيعية (أنظر الشكل 17) وبأشكال مختلفة ومن أبسطها ادخال الهواء الى المبنى عن طريق الجدار المزدوج الذي يزيد سرعة تحرك الهواء. وكذلك يمكن استثمار الفناء الوسطي المفتوح لعمليات التهوية داخل المبنى مشكلا مناخا داخليا مصغرا اذ يقوم بفعاليات بيئية كثيرة أهمها ادخال التيارات الهوائية واحداث ظاهرة التحرك الهوائي الذي يقوم بتبريد المبنى ذاتيا وخفض درجة حرارته الداخلية. ويمكن الحصول على التهوية الطبيعية بطريقتين، الأولى وهي الطريقة المباشرة لأدخال أكبر كمية من التحرك الهوائي واعطاء الراحة لمستخدمي المباني، والثانية هي التهوية الليلية غير المباشرة عن طريق تبريد المنشأة ليلا للتقليل من الحرارة المكتسبة نهارا. (العكام،2009).

ويعد الاختلال بالضغط من المبادئ الأساسية في عملية ادخال الهواء الى المبنى اذ تصل ديناميكية الهواء الى 14 مرة أكثر من الاعتيادي عندما يكون هناك تلاعب بالضغط الهوائي، وهذا ما يحدث في المباني التقليدية في المناطق الصحراوية الحارة، ويمكن الاستفادة من ظاهرة التحرك الهوائي باعتماد نظام التبريد التبخيري لضمان درجات حرارة نهارا بأقل نسبة رطوبة داخل المبنى.



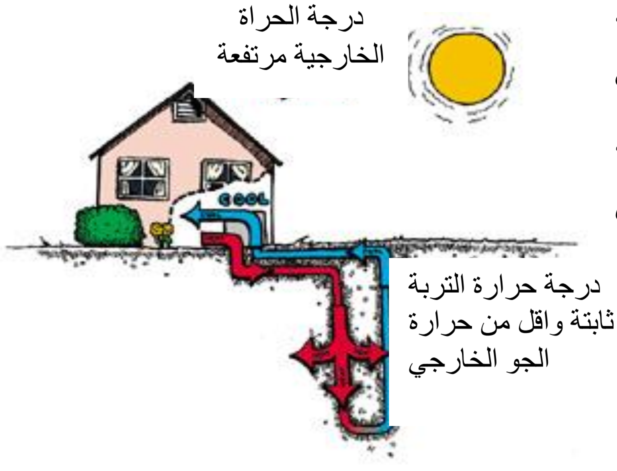
شكل رقم (17): التهوية الطبيعية. (المصدر: Thomas,2006)

6. **استخدام التقنيات البسيطة لأغراض التبريد الذاتي**، حيث يقلل استخدام المياه في عمليات التبريد والاكتساب الحراري **بنحو 25%** كما يؤدي **اعتماد النافورات أو رش المبنى بطريقة خاصة بالمياه الى تقليل الحرارة الداخلية بنحو 10c**. (انظر الشكل 18)



شكل رقم (18): استخدام النوافير للتبريد. (المصدر: وزيري،2002)

ويعد استثمار باطن الأرض من الطرق التي يمكن الاستفادة منها في عمليات التبريد (انظر الشكل رقم 19)، وعن طريق سحب الهواء الخارجي داخل المبنى بواسطة أنابيب تحت الارض وايداعها في خزانات تحت الأرض ليعاد ضخها الى المبنى، وفي حالة زيادة الحرارة يمكن رش الأنابيب بمياه باردة لزيادة برودة الهواء ويمكن عد هذه النظم مفيدة في المناخ الحار عندما يكون التبريد المعتمد ميكانيكيا هو الأساس في عملية تبريد المبنى.(Kim,1998). ويمكن استثمار الفضاءات تحت الأرض باعتمادها فضاءات رئيسية تبرد ذاتيا من الارض فتحمي الفضاء الخارجي وتقلل درجات الحرارة العالية فيه.



شكل رقم (19): استثمار باطن الأرض للتبريد. (المصدر:
(http://www.igshpa.okstate.edu/geothermal/geothermal.htm

يفترض الأخذ بنظر الأعتبار عدد من القرارات في المراحل الأولية من التصميم بتحديد الشكل والتكوين والتوجيه لذا فأن التبريد الذاتي في البناء يمكن أن يفهم وفق أسلوبين في المناطق الحارة صيفا. (Givoni,1994) -:

1. تجنب الحرارة وحجبها: أن غياب الحرارة هي أحد أساسيات النظام ليس بمعنى حجبها بالكامل أنما تقليل سريانها نحو الداخل، ودعم عملية الفقدان الحراري وتقليل الكسب وهذا الأسلوب يمثل الأسلوب المثالي في أدامة الجو الداخلي في حدود أمكانية السيطرة على دخول الحرارة وتجنب ذلك .

2. السيطرة وتنظيم أسلوب السريان الحراري: وهذا يعني الأستفادة من الحركة الهوائية وتوجيهها ضمن خطوط تسهم في تقليل الحمل الحراري، وهذا يشمل عملية السيطرة على البرودة كذلك وخزنها بأحد طرق الخزن(Givoni,1994) .

يمكن أن تتم عملية تبريد المبنى بالأعتماد على تشتيت الحرارة النافذة عبر قشرة المبنى اضافة الى الحرارة المتولدة في الداخل بواحدة أو أكثر من الوسائل التالية:

أ. التبريد بالحمل

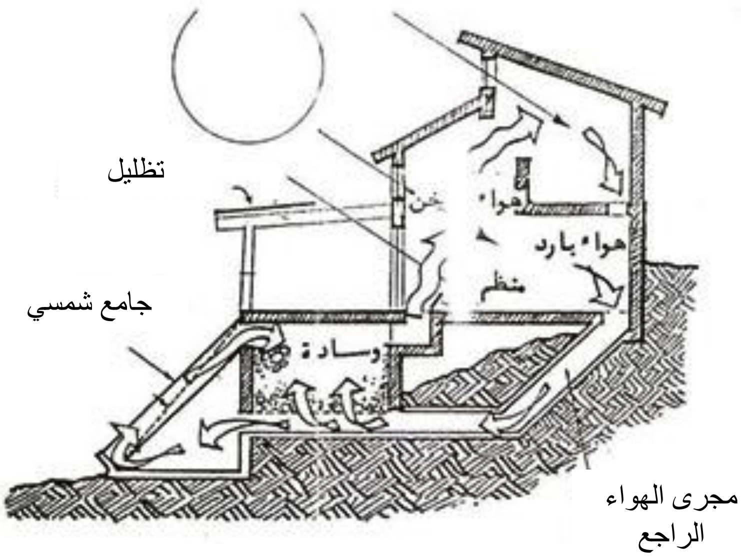
سبق التعرف على المهام التي تؤديها التهوية في أحداث الراحة الحرارية، عملية تهوية الهيكل وتبريده مهمة لمنع حدوث حالات التكدس الحراري . أضافة الى أمكانية خزن البرودة بتأثير التهوية حيث أن عملية تبريد المبنى بالهواء الليلي في المناطق التي تكون فيها درجات الحرارة الليلية منخفضة نسبيا ممكنة ويكون مخزن البرودة بأي وسيلة فائدة لأمتصاص حرارة اليوم التالي، ففي بعض المناطق الحارة تنخفض درجة حرارة هواء الليل الى 20مْ أي أنها تنخفض في الليل صيفا الى ما دون مستوى الراحة الحرارية وهذا ما يعطي أمكانية خزن البرودة أما بالهيكل أو بواسطة مخازن خاصة عن طريق السريان الهوائي خلال هذه الكتلة بالطريقة الطبيعية أو اجباره على السريان ضمن الوسادة الصخرية (انظر الشكل 20) للأستفادة منه كمشتت للحرارة في اليوم التالي شريطة عدم أحداث التهوية النهارية ويمكن تطبيق ذلك في المناطق التي يكون فيها ضغط البخار في الصيف أقل من 15 ملم زئبق وبذلك يمكن الأحساس بالراحة دون الشعور بالتحرك الهوائي ولدرجات حرارية عالية تصل الى 29مْ. ويجب ان تتوفر الشروط التالية:(عطية،1997)

1 -توفير حالة جيدة من العزل في الهيكل و قيمة ممانعة 1,5 (R) كلوري متر مربع / واط

2 -حماية جيدة للفتحات من الأشعاع الشمسي

3 -ضرورة أن تكون السطوح الخارجية والسقوف ذات معاملات امتصاص قليلة .

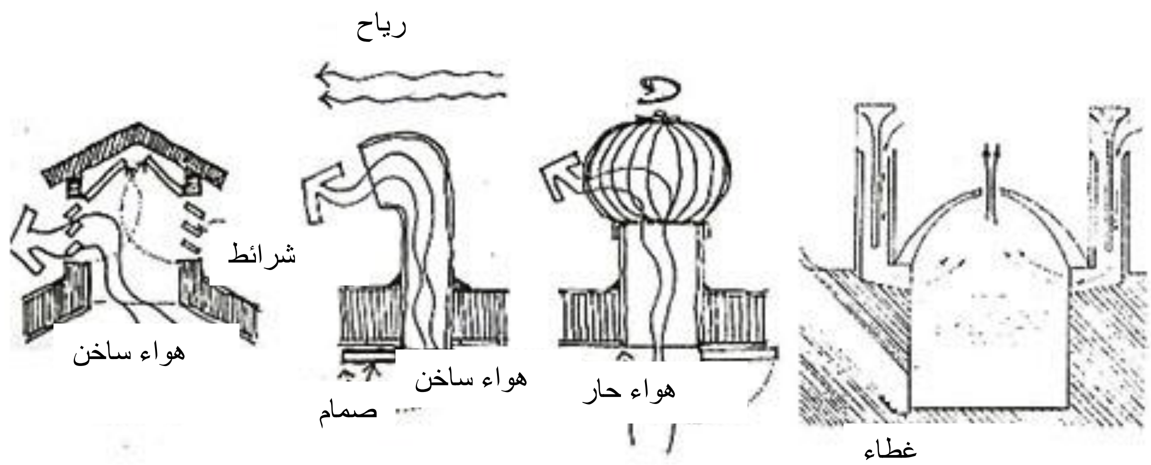
4 -أحداث التهوية النهارية حول القشرة لمنع حالات التكدس الخارجي فقط .



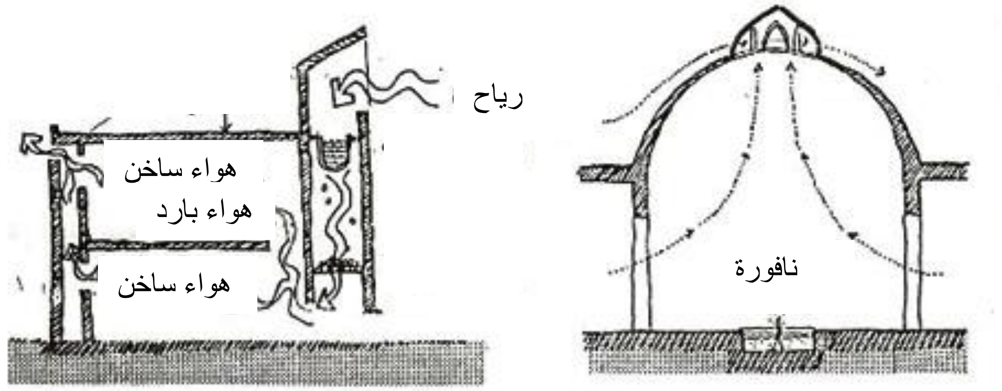
شكل رقم (20): التبريد عن طريق الوسادة الصخرية. (المصدر: عطية،1997)

ب. التبريد الأشعاعي

أي جزء من قشرة البناء معرض الى السماء يحول الطاقة الحرارية الى طاقة أشعاعية على شكل موجات كهرومغناطيسية تنبعث الى الجو بغض النظر عن الحيز الهوائي، وعليه فأن تبريد السطوح في الليل مصدره الاساس هو أعادة انبعاث الطاقة الحرارية أضافة الى الأنبعاث الحراري بالحمل وفي الابنية يكون السطح هو أكثر الأجزاء انفتاحا الى السماء وعليه يمكن اعتباره المشع الأساسي في عملية التبريد على الرغم من تداخل عوامل أخرى في هذا الأعتبار منها حالة السماء وهو ذو تأثير كبير يؤدي الى استقرار حراري يتراوح بين 4-5مْ في المناطق الحارة الرطبة 5-7مْ في المناطق الجافة وهو بذلك جزء اساسي ومؤثر في التصميم للمناطق الحارة الجافة. (عطية،1997)



شكل رقم (21): نماذج من استخدامات التكييف الذاتي في الأبنية التقليدية. (المصدر: عطية،1997)



شكل رقم (22): امثلة على التبريد الذاتي في العمارة التقليدية. (المصدر: عطية،1997)

ج. التبريد الأرضي

ويقصد به الاعتماد على الكتلة الأرضية في التبريد والذي يتم من خلال اعتبار الأرض كمصدر لتصريف الطاقة الحرارية والأعتماد على المتغيرات المنتظمة لدرجات الحرارة ضمن الأعماق المختلفة فدرجة الحرارة تحت سطح الأرض تكون ضمن مستويات ثابتة التغيير فهي أدفئ من السطح في الشتاء وأبرد في الصيف، اضافة الى عدم تفردها في الحصول على طفرات أو تغييرات مفاجئة في درجة الحرارة خلال فترة قصيرة فضلا عن الأمكانية الكبيرة في الاستفادة من السعة الحرارية الأرض في عملية خزن الحرارة والبرودة، وتدخل عوامل متعددة في تحديد مقدار الخزن منها نوعية تغطية الارض، مقدار الاشعاع الواصل، والغطاء النباتي، والمحتوى المائي للتربة (عطية،1997).

ثانيا: استرتايجيات للتدفئة الذاتية

أما طرق التصميم البيئي للتدفئة الذاتية مختلفة وتتخذ أساليب متميزة يمكن حصرها في التالي: (انظر الشكل 23) (Thomas,2006)

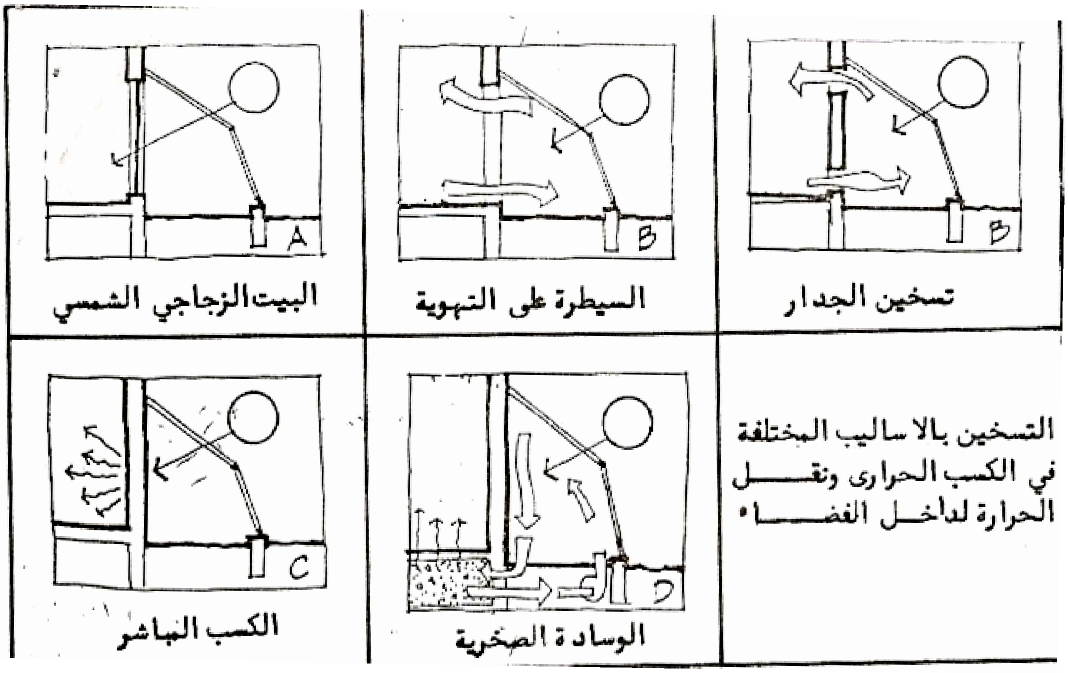
أ- الاسلوب المباشر: وفيه تنفذ أشعة الشمس عبر الزجاج لتدخل الحيز المعيشي لتنشر الدفء فيه شتاء مع محاولة التمسك ما أمكن بمخزون الدفء لصالح الليل، أما في الصيف فيهيأ التصميم للتظليل والفقدان الحراري ما أمكن. هو من أسهل وأرخص الطرق للحصول على الحرارة من الأشعة الشمسية بأعتماد التوجيه الجنوبي، ومساهمة السطوح الزجاجة في أدخال الأشعاع المباشر. هذا النظام يوفر فرصة لدخول الأشعة الشمسية وتوفير الحرارة خلال ساعات النهار وينعدم هذا التأثير خلال الليل، الأمر الذي يحدث تفاوتا حراريا بين الليل والنهار مما يتطلب خزن للحرارة لأعادة الأستفادة منها، حيث لا تكفي الأجزاء التي تتعرض للشمس في توفير مقدار الحرارة المطلوبة ليلا .

ب- الاسلوب اللامباشر: وفيه تنفذ حرارة شمس الشتاء عبر الزجاج لتدخل حيزا مفصولا عن الفراغ المعيشي الا من كوى ينفذ فيها هواء الغرفة البارد ليعاد تسخينه في هذا الحيز، وفي الليل يشع الغلاف المضاعف حرارته نحو الغرفة. وصيفا يفتح الزجاج ليسرع التهوية ويتخلص من التسخين الذي تم في الغلاف ويزيد من فعالية التبريد في الفترة الليلية حيث التماس مباشر مع الجو المحيط المتبرد. يمكن من خلاله التغلب على التفاوت في درجات الحرارة الداخلية الناتج من تعرضها المباشر لاشعة الشمس والذي يؤدي الى أرتفاع الحرارة نهارا وأنخفاضها في أوقات مختلفة .

ج- الأسلوب المنفصل: وفي يتم دخول وحفظ الدفء شتاء في حيز منفصل عن الغلاف الجو المعيشي، ويصل الدفء من هذا الحيز المنفصل نحو البناء طبيعيا أو قسريا، وفي الصيف تضيع الحرارة نحو الخارج عبر التهوية التي غالبا ما تستقدم عبر باطن الأرض لتنفذ من الحيز المنفصل وعبر الجو المعيشي.

د- الأسلوب المركب: وهو الاسلوب الذي يجمع اسلوبين او اكثر من الاساليب السابقة، مباشر، لامباشر، منفصل.(Thomas,2006)

هـ- الأسلوب المختلط: وفيه تستخدم طريقة او اكثر من الطرق الطبيعية الثلاثة اضافة لتكنولوجيا مبسطة تساعد على فعالية التحكم في انتشار الدفء والتهوية.



الشكل رقم (23): اساليب التسخين والكسب الحراري (الذاتي). (المصدر: عطية،1997)

ان اي طريقة من الطرق السابقة لابد ان تتوفر فيها العناصر التالية الأربعة:

1- سطح خارجي يؤمن نفاذ أشعة الشمس الجنوبية: يكون السطح من الزجاج او البلاستيك او الفايبركلاس، ليتم عبرها دخول الشمس بسهولة الى الحيز المعيشي بشكل مباشر او غير مباشر.

2- نشر او توزيع الحرارة او البرودة: ويهيئ التصميم ليلائم انتشار الحرارة بالطرق الطبيعية ما أمكن وذلك عبر الحمل والنقل والاشعاع، ويزيد من فعالية توزيع الحرارة بعض الوسائل الميكانيكة البسيطة كوضع مراوح مثلا في طريق الانتقال الحراري وتأمين سريانه.

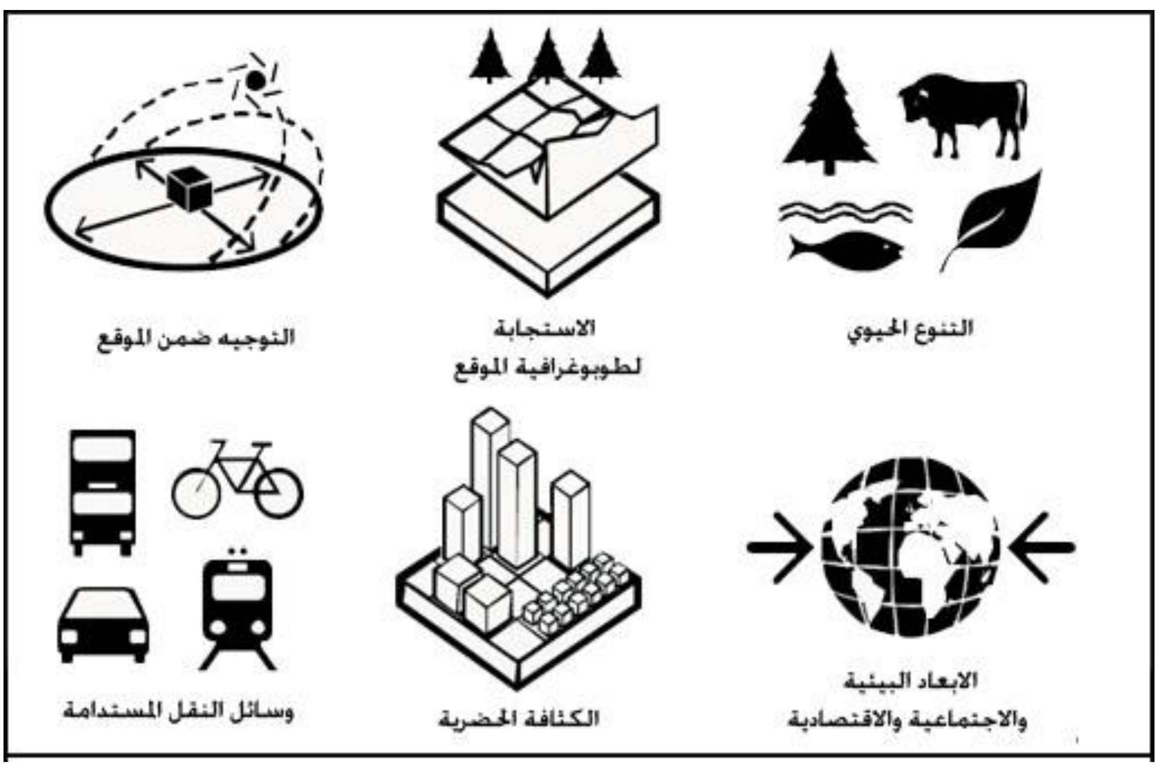
3- التحكم لأجل التوازن الحراري: عبر النوافذ والفتحات المختلفة والتظليل المختلف يتم التحكم بالتدفق الحراري والتهوية، لصالح الشتاء او الصيف ليلا ونهارا فنسمح او نمنع او نقلل من نفاذ الحرارة او البرودة، ويمكن اعتماد الآلية البسيطة ما أمكن لتساهم في رفع كفاءة التحكم ليناسب كل الظروف المناخية الطارئة.(عطية،1997)

3.2.3 تقنيات التصميم الذاتي

تستخدم النظم والتقنيات البسيطة للتقليل من درجات الحرارة الداخلية باستخدام الطاقات الطبيعية عن طريق تقليل الحرارة المكتسبة في المبنى وتقليل دخول الاشعاع الشمسي عبر الغلاف الخارجي له وايجاد تهوية طبيعية لتحقيق الراحة الحرارية من خلال تقنيات خاصة. ويمكن تحقيق ذلك معماريا **عن طريق توجيه المبنى، وحجمه وموقعه وعدد المباني المجاورة، وموقعها وتشكيلها والتفاصيل الخارجية للمبنى وطريقة التظليل...الخ.**

- **أولا: الاستجابة للموقع والمناخ**

ويمكن تحقيق ذلك من خلال العوامل التالية: فهم الموقع وما يحيط به (درجات الحرارة ومعدل هطول الامطار والرطوبة النسبية في المنطقة، الغطاء الحيوي النباتي والحيواني، وكيفية الوصول الى الموقع). وتحقيق أنسب توجيه للمبنى والاستجابة للمناخ المحلي. والتكيف مع طوبوغرافية الأرض وعناصر تنسيق الموقع. (انظر الشكل 24)



شكل رقم (24): عناصر الاستجابة للموقع والمناخ. (المصدر: Foster,2008)

- **ثانيا: معيار شكل المبنى**

في مناطق ذات المناخ الحار الجاف صيفا تحتاج المباني للحماية من العوامل المناخية المختلفة مثل الاشعاع الشمسي المباشر ويتم ذلك بتحقيق معدل انخفاض درجة الحرارة في الداخل خلال ساعات النهار. ولتحقيق هذه الغاية **يفضل ان يكون المبنى مدمجا المساحة السطحية للغلاف الخارجي يجب ان تكون صغيرة ما أمكن**، وذلك لتقليل الانسياب الحراري الى داخل المبنى، ويجب ان يحصر معدل التهوية في الحد الأدنى اللازم (0.5 تغير هوائي في الساعة)، ليتسنى تقليل تسخين الأجزاء الداخلية بواسطة الهواء الخارجي الاسخن.(الحمدي،1997).

- **ثالثا: معيار اتجاه المبنى والتوجيه لأشعة الشمس**

الهدف الرئيسي لاتخاذ القرار بشأن اتجاه المبنى نحو الرياح المحببة صيفا، يجب ان يتزامنه هدف آخر وهو تقليل أثر الشمس على المبنى في الصيف. وهناك هدف ثالث وهو زيادة الاستفادة من الطاقة الشمسية في الشتاء، وتعتبر التهوية خلال ساعات المساء مهمة جدا في المناطق الصحراوية.

تقع معظم المناطق الحارة الجافة في العالم في خطوط العرض القريبة من خط الأستواء، حيث أعلى شدة للاشعاع الشمسي الساقط في الصيف، ماعدا بالنسبة للأسقف يحدث في الجدران الشرقية والغربية. وهذا النمط من الاشعاع الشمسي على الجدران المختلفة ينتج عنه **تفضيل واضح للاتجاهات الشمالية-الجنوبية للواجهات الرئيسة، خصوصا للنوافذ**. ومثل هذا الاتجاه يمكن من تحقيق التظليل السهل والرخيص للنوافذ الجنوبية في النصف الكرة الشمالي في الصيف والجدار المطل جنوبا عموما بواسطة المظلات الأفقية. **والمظلات الأفقية يمكن ان تحجز بفاعلية أشعة الشمس الصيفية** العالية في السماء.

أما موضوع الاتجاه في المناطق الحارة الجافة فيخص بصفة رئيسية النوافذ والمساحات الشفافة الأخرى، والأثر التسخيني للاشعاع الشمسي الساقط على الجدران يمكن ان يقلل بسهولة باختيار الوان عاكسة فاتحة للجدران. في الواقع، الجدار الغربي الأبيض المعرض لأشعة الشمس في الصيف، في مكان حار جاف بتربة متسعة مفتوحة خفيفية الألوان يمكن ان تكون لها نفس درجة الحراة تقريبا مثل الجدار الجنوبي المحمية تماما من الاشعاع المباشر بواسطة مظلة. (الحمدي،1997).

- **رابعا: معيار مواد البناء**

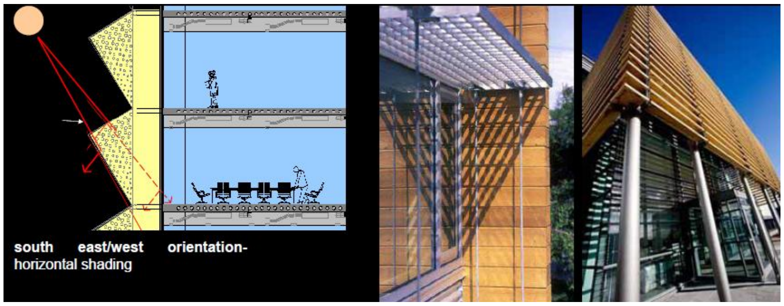
تبنى المباني التقليدية في المناطق الصحراوية من **مواد ذات السعة الحرارية العالية**. ويستخدم لبناء الجدران من **مواد كثيفة عالية الكتلة ومن مواد ثقيلة** مثل الحجر والقرميد والطوب واللبن، كما أن الأسقف ذات السطح الخارجي المغطى بطبقة من التراب، أيضا يوفر كتلة عالية للمبنى. والنوافذ تكون عادة صغيرة ومحمية من أشعة الشمس بواسطة سماكة الجدار الذي توضع فيه وفي الكثير من الحالات يتم تزويدها بدرف من الخشب. ويمنع الأنشاء السميك الثقيل للجدران والسقف امتصاص الحرارة الخارجية ويحافظ على درجة الحرارة الداخلية عند مستوى قريب من متوسط درجة حرارة الشمس والتي تقاس في طبقة الهواء القريبة لسطح غلاف المبنى من الخارج. يختلف الأداء الحراري لمواد البناء باختلاف خصائصها الحرارية الفيزيائية مثل قدرتها على نقل الحرارة بواسطة التوصيل والأشعاع والحمل وقدرتها على تخزين الحرارة (السعة الحرارية) وقدرتها على العزل الحراري.

الشروط المطوبة توافرها لتكون المواد صديقة للبيئة:

- الا تكن من المواد عالية الاستهلاك للطاقة في التصنيع أو التركيب أو الصيانة
- الا تساهم في زيادة التلوث الداخلي للمبنى. (وزيري،2002)

- **خامسا: معيار تظليل النوافذ**

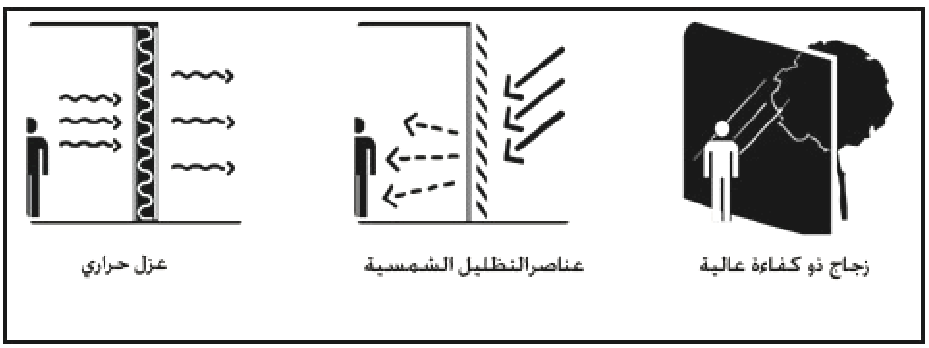
نظرا لارتفاع شدة الاشعاع الشمسي في المناطق الصحراوية، فان زيادة الحرارة بواسطة الطاقة الشمسية التي تتغلغل من خلال النوافذ او يتم امتصاصها في الاسطح الخارجية للجدران تكتسب أهمية خاصة والاشعاع المباشر الشديد، تزيد شدته بانعكاس الاشعاع الشمسي وبالانبعاث طويل الموجات من الارض المحيطة، التي تكون في احيان كثيرة الألوان ودون غطاء نباتي. هذه النقاط تؤكد أهمية توفير الحماية ليس فقط من أشعة الشمس المباشرة بل أيضا من الاشعاع المنعكس والمنبعث من الارض. لذا فان **امكانيات تخفيض الحمل الحراري الشمسي المباشر وغير المباشر عن طريق التظليل لها أهمية خاصة في المناطق الحارة الجافة** عن طريق وسائل التظليل المعمارية سواء أكانت ثابتة أم متحركة في المناخ الحار الجاف (انظر الشكل 25)، (الحمدي،1997).



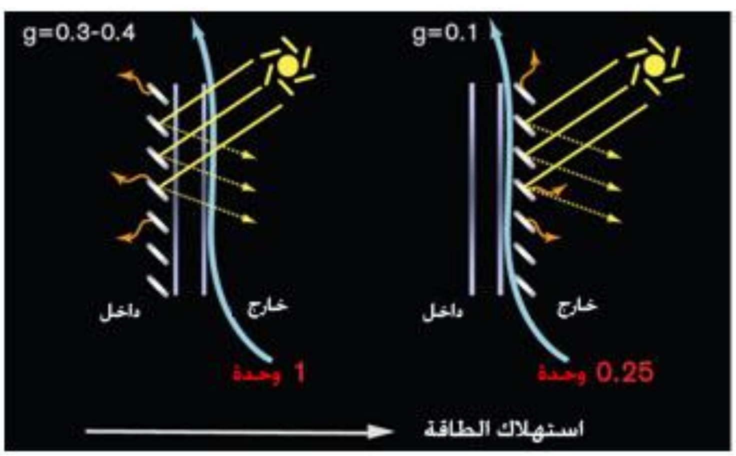
شكل رقم (25): وسائل تظليل النوافذ والمسطحات الزجاجية. (المصدر: Foster,2008)

- **سادسا: الغلاف الخارجي**

ويتحقق ذلك من خلال العوامل التالية: عزل الجدران والاسقف ومقدار التحكم بالهواء المتسرب. (انظر الشكل 26)، أثر موقع وحدات التظليل الشمسية على نقل الحرارة لداخل الفراغ. وكفاءة أداء عالية للزجاج. (انظر الشكل 27).



شكل رقم (26): خيارات عزل الغلاف الخارجي. (المصدر: Foster,2008)



شكل رقم (27): أثر موقع الكاسرات الشمسية على نقل الحرارة لداخل الفراغ. (المصدر: Foster,2008)

- **سابعا: معيار ألوان غلاف المباني**

ان لون الجدران والسقف له تأثير كبير على الأثر الشمسي وعلى المبنى ومناخه الداخلي، خصوصا في المناطق الصحراوية حيث شدة الشمس أعلى منها في المناطق الأخرى، ونتيجة للانماط المختلفة لحدوث الاشعاع الشمسي على الأسقف والجدران، لذا فان أهمية اللون كعنصر تحكم في المناخ الداخلي متغير. بالنسبة للسقف، يكون تأثير اللون في أقصى مستوياته. والكسب الحراري الناتج للأجزاء الداخلية للمبنى يعتمد على الخصائص الحرارية الطبيعية للسقف، وتأثير اللون الخارجي للجدران والسقف على درجة الحرارة السطحية، الحمولة الحرارية ودرجات الحرارة الداخلية، كبير جدا بحيث له أثر ملموس على المقاومة الحرارية المطلوبة للغلاف والسعة الحرارية للمبنى. (المفيز،2002)

- **ثامنا: معيار فناء المبنى**

يلعب الفناء دورا خاصا في البيئة الصحراوية الحارة الجافة **لانه يساعد في تحقيق درجات حرارة داخلية باردة صيفا.** تعتمد الظروف المناخية الفعلية في الفناء على تفاصيلها التصميمية وطرق معالجتها وفي بعض الأحيان تكون درجات الحرارة الهوائية والأشعاعية في الفناء الداخلي أعلى، ولكنها ايضا يمكن ان تكون أقل من درجات الحرارة المحيطة المقابلة، حسب التفاصيل التصميمية للفناء وجد أن فناء المسجد يسهم في توفير كبير من الطاقة الكهربائية لانه يمكن توظيف الفناء عندما تكون العوامل المناخية مناسبة ويمكن الاستغناء **عن التبريد الميكانيكي بنسبة 31% من اوقات الصلاة ويساوي توفير 31% من الطاقة المستخدمة في تبريد الهواء.**(المفيز،2002)، وفي المنطقة الصحراوية نجد في الفناء الداخلي الارضية من التربة المجردة او الخرسانة القاسية أو البلاط غير المظلل له درجة حرارة هوائية واشعاعية أقل من البيئة الخارجية خصوصا في المباني منخفضة الارتفاع كما هو موضح في الشكل (28). وكلما زادات نسبة ارتفاع المبنى المحيط بالفناء لعرضه عند مستوى السقف كلما قلت اشعة الشمس المتغلغلة الى مستوى أرض الفناء وهذا يزيد المساحة المظللة ويقلل درجات الحرارة الهوائية والأشعاعية خلال ساعات النهار في المساحة المشغولة من الفناء. ويمكن ان يتحقق تظليل الفناء بالتفاصيل التصميمية للمسكن والأروقة التي تحيط به بواسطة سقف يبرز الى الداخل والبلكونات أو بواسطة عناصر تظليل معينة مثل أشجار بسيقان عالية وظلا واسعة.



شكل رقم (28): التصميم المناخي لمسكن ذو فناء. (المصدر: الحمدي،1997)

أن خلط التظليل والتبريد التبخري يمكن ان يخفض درجة حرارة الهواء خلال ساعات النهار عند مستوى ارض الفناء بعدة درجات عن درجة الحرارة الخارجية باستخدام ابراج التبريد الطبيعي كما هو موضح بالشكل 28).

- **تاسعا: معيار النباتات كعنصر تحكم**

تشمل الأهداف المناخية للنباتات في المناطق الحارة الجافة، تظليل الأسقف والجدران والنوافذ وتظليل المناطق المفتوحة الخارجية، وتقليل وحجز الغبار داخل وحول المبنى ورفع مستوى الرطوبة في المناخات الجافة جدا، وتقليل درجات الحرارة في المساحات المجاورة للمبنى، وتركيز انسياب الهواء وزيادة سرعة الهواء في المناطق التي يحبذ فيها ذلك بالنظر الى جميع هذه التأثيرات. وأشارت بعض الدراسات الى كفاءة أستخدام بعض النباتات الرخيصة والمتوفرة في تقليل العبء الحراري أما بالاستخدام المباشر أو عن طريق تكوين المضلات بمسافات محسوبة من البناء، هذه المعالجات ساهمت في أحداث فروق تتراوح بين(17-8,2) مْ على الجدار الجنوبي الشرقي وتقليل التفاوت الحراري بمقدار(3-2) مْ بتأثير الظلال والتبريد التبخيري وأحداث منطقة فاصلة بين الأشعاع والغلاف وتقليل الكسب المباشر الى النصف، **ويصل تأثير النباتات في تقليل درجات الحرارة الداخلية الى معدلات كهذه وحسب التوجيه حتى يصل الأقتصاد في الطاقة المصروفة للتبريد الى 25% من مجمل طاقة التبريد.** (المفيز،2002).

4.2.3 اقتصاديات تقنيات الطاقة الشمسية الذاتية

فيما سبق تم دراسة مفهوم التصميم البيئي الذاتي واستراتيجيات نظم التبريد الذاتية والتدفئة الذاتية وتمت مناقشة تقنيات التصميم الذاتي التي تمثلت بالقرارت التي تتخذ في المراحل الأولى من التصميم ويتم من خلالها تحقيق فوائد اقتصادية عديدة في خفض استهلاك الطاقة والمساعدة في تقليل درجات الحرارة في المناطق الحارة.

تعتبر عملية التصميم أولى المراحل المؤثرة على استهلاك الطاقة، حيث يتم اختيار مكونات ونظم انشاء المبنى ويتم على أساسها تحديد باقي العوامل التي تؤثر على عمليات استهلاك للطاقة في مرحلة الانشاء والتشغيل للمبنى. ويظهر تأثير عملية التصميم على استهلاك الطاقة في مرحلة التشييد من خلال عدة عناصر تصميمية تتثمل في: شكل التصميم، وعدد الغرف وعدد الأدوار وارتفاع السقف وطريقة التجميع الأفقي والفتحات، والتي بدورها تنعكس على اختيار النظام الانشائي ومواد التشطيب وعدد ساعات تشغيل المبنى، هذا فضلا عن نوعية الاستخدام للمبنى.(شمس الدين،2003).

إن المقارنة بين اقتصاديات الطاقة الشمسية والمصادر الحالية للطاقة من النظرة العامة والمستقبلية لعملية إنتاج واستهلاك الطاقة، ما يضع الطاقة الشمسية فى مقدمة المصادر البديلة لما تتمتع به من توفر فى كل مكان، وخلوها من تكلفة الاستهلاك، بجانب نظافتها بيئياً، ولا توجد أى خطورة فى استخدامها، هذا رغم ارتفاع تكلفة الأجهزة المستخدمة فى تحويلها إلى طاقة حرارية أو كهربائية، والتى يمكن تقليلها مع تطوير الأبحاث فى هذا المجال، والتوسع فى عملية إنتاجها بزيادة الكميات المعروضة منها.

أما فيما يرتبط بتقنيات الطاقة الشمسية الذاتية، فالعديد من المعالجات المعمارية والتخطيطية التى ساعدت فى تحقيق الراحة الحرارية قبل إبتكار الأجهزة الميكانيكية، ويبقى على المعماريين والمخططين مراعاة هذه الجوانب وتطويرها فى تصميم وتخطيط المدن الجديدة بقصد ترشيد الطاقة، وإن لم تتمكن هذه الحلول من الاستغناء بشكل نهائى عن الطاقة التقليدية فعلى الأقل يمكن أن تقلل من الاعتماد عليها بشكل كامل. فعلى سبيل المثال تمثل مشكلة تبريد الهواء فى البلاد العربية ذات المناخ الحار أهم العوامل المؤثرة على زيادة الاستهلاك من الطاقة الكهربائية بسبب زيادة الحاجة إلى أجهزة تكييف الهواء، وبالتالى زيادة الإنفاق على هذه الأجهزة فيما يرتبط بالاستهلاك أو الصيانة. فى حين

أن ذلك يمكن توفيره أو الإقلال منه بالاعتماد على تقنيات الطاقة الشمسية الذاتية فى عمارة وتخطيط المدن الجديدة، وذلك بتصميم المبانى على أفنية داخلية واستعمال ملاقف الهواء (أبراج الهواء)، ومواد البناء ذات العزل الحرارى الكبير، وتغطية الفتحات الخارجية بالمشربيات. **فالفناء الداخلى يمكن أن يقلل الحرارة بدرجة قد تصل إلى 10 - 20ْم** (عطية،1997) **. كما أن تظليل الفتحات يحقق عزلاً قدره 50% من كمية الحرارة التى يكتسبها الفراغ الداخلى إذا لم تكن الفتحات مظللة.**(سليمان،1985). ان تصميم المجاورات السكنية بشكل يقلل الفراغات الخارجية ويقلل مسافات السير بين الخدمات المختلفة بحيث يقل الاعتماد على السيارة والترشيد فى استهلاك الطاقة، مع الإكثار من النباتات والأشجار فى الفراغات المختلفة سواء داخل المبانى أو خارجها، لقدرتها على تحقيق الخفض فى درجة الحرارة، فعلى سبيل المثال يحتاج الأمر إلى **جهاز تكييف يستهلك كهرباء بحوالى 5 دولار فى اليوم يتساوى مع قدرة شجرة واحدة ذات جذع قطره 7 سم.**(بيترلاند،1986).

إن سياسات المباني الخضراء تركز على التوفير في الطاقة، فتبني **فكرة الأسطح الخضراء التي توفر 25 في المائة من طاقة التكييف**. وهي عبارة عن حديقة عادية في السطح بعمق نحو عشرة سنتيمترات وتزرع عليها نباتات معينة لا تطول وليس لها جذور تخترق السطح وتتم عادة سقياها من مياه المطر وشبكة ري احتياطية في حالة قلة المطر. وبذلك فإن الحديقة من الرمل والنباتات تعمل كعازل حراري جيد في الصيف، وكذلك لحفظ الحرارة داخل المبنى في الشتاء.(الفايز،2008)

ويعتبر الاستغلال الذاتي للطاقة الشمسية أحد أهم الاتجاهات للحد من الاستهلاك المسرف للطاقة في مرحلة تشغيل المبنى فمثلا يؤدي **تطبيق نظم العمارة الشمسية الذاتية في التصميم الى خفض قدره 28.9% من حجم الأجهزة الميكانيكية المطلوبة لتكييف الهواء، وذلك عند مراعاة أنسب اتجاه للكتلة وأفضل نسب للمسقط الأفقي، بينما عند مراعاة أنسب اتجاه فقط فان ذلك يؤدي الى خفض قدره 18.2% من حجم الأجهزة الميكانيكية لتكييف الهواء ومن ثم تقليل استهلاك الطاقة**.(الزعفراني،1994). وتعتبر مواد الانشاء أكثر العناصر تأثيرا في تكلفة الانشاء حيث تتراوح بين 50% و70% من اجمالي تكاليف الانشاء، بينما تمثل 80% من التكاليف في الدول النامية. وتعبر هذه النسبة عن الطاقة المستهلكة في تصنيع هذه المواد. (محمود،1995)

5.2.3 تطبيقات على التقنيات الذاتية - المنزل الذاتي

المنزل "الذاتي" (passive house) هو مسكن ذو استهلاك منخفض للطاقة، أي مسكن يضمن الراحه الحرارية بأقل تدفئة تقليدية، مثل الأجهزة المشعة أو النظم المماثلة. بما ان المنزل "الذاتي" مزود بوسائل عزل سميكة ونظام تهوية معيارية مصممة بشكل جيد، فهو في الحالة المثالية يحتاج للتدفئة بقدر يسير، فالطاقة المطلوبة في فصل الشتاء لهذا المنزل تأتي من أشعة الشمس والتربة وحرارة أجسام السكان. ويسمى خامل لأن مجمل استهلاكه للطاقة خلال العام قليل مقارنة مع المنازل التقليدية. الطاقة اللازمة لتحقيق المساواة في التوازن الحراري للبناء عادة ما تقدم بنظم غير تقليدية (مثل السخانات الشمسية أو مضخة حرارة التي هي نظام تهوية لتسخين الهواء ولمراقبة استرداد الطاقة). والطاقة الازمة لتدفئة 1متر مربع سنويا تعادل 1.5 لتر من الديزل، لهذا ليست بحاجة إلى نظام تقليدي للتدفئة. يتم الحصول على التدفئة عن طريق: منع تشتت الحرارة إلى خارج المبنى، وإعادة تدوير الحرارة من خلال نظام تهوية قسري، والطاقة الشمسية، ومن الحرارة المنبعثة من جانب أولئك الذين يعيشون في المنزل.

وبمقارنة توزيع الطاقة المستهلكة في المنزل العادي**:** 2 ٪ فقط تستخدم للإضاءة، و 5 ٪ لأغراض الطهي والأجهزة المنزلية، في حين ان 15 ٪ لإمدادات المياه الساخنة و **78 ٪ للتدفئة، 25 ٪ لتكييف الهواء الصيفي.(أعلى قيمتين في الاستهلاك للتدفئة والتكييف).** فان المنزل الذاتي يستهلك أقل من 15 كيلو واط ساعة لكل متر في السنة (أقل بحوالي 85 ٪ مقارنة بالمنزل التقليدي الذي يستهلك 120 كيلو واط ساعة / متر مربع). هذه الفوائد تتحقق مع تصميم دقيق للغاية، وخاصة فيما يتعلق بالشمس، مع اعتماد العزل الحراري لارتفاع أداء الجدران الخارجية، السقف والنوافذ ومن خلال اعتماد أنظمة تهوية تُسيطر على استرجاع الطاقة.

وفيما يلي السمات الرئيسية التي تميز المنزل "الذاتي":

- **شكل مُدمج**: ويجب أن نحافظ على بناء قدر الإمكان من دون فروعات، وأبراج، والتذييلات الشرفات.

- **عوازل ذو كفائة عالية:** جميع مكونات الغلاف الخارجي للمنزل يجب أن تكون معزولة بحيث ان قيمة الناقلية الحرارية U-Factor لا يزيد عن 0.15 واط / ($k\ m^2$). استخدام مواد ذو مقاومة عالية للحرارة، مثل الصوف الزجاجي والصوف الصخري؛
- **التوجيه إلى الجنوب ودراسة حركة الظل:** استخدام الطاقة الشمسية هو عامل هام في تصميم المنزل الذاتي،
- **كفاءة نوافذ والزجاج والأطر:** زجاج النوافذ والأطر، قيمة U ينبغي أن لا تتجاوز 0.80 واط / (m^2 كاف)، ومعامل الحصول على حرارة الشمس = حوالي 50 ٪؛
- **إحكام الغلاف الخارجي للمبنى** : تسرب الهواء من خلال المفاصل يجب أن يكون أقل من 0.6 حجم المنزل في الساعة.
- **التسخين الذاتي للهواء الطلق:** الهواء الطلق يمكن رفعها إلى المنزل عن طريق قنوات تحت الأرض وذلك للتبادل الحراري مع التربة. **يسخن هذا الهواء النقي إلى 5 درجات حتى في ايام الشتاء البارد؛**
- **الكفاءة العالية في استرداد الحرارة من الهواء العادم عن طريق استخدام مضخة حرارية:** حرارة الغازات العادمة تُنقل إلى الهواء النقي الداخل (معدل استرداد الحرارة = 80%).
- **الحصول على المياه الساخنة عن طريق مصادر طاقة متجددة:** السخنات الشمسية أو مضخات الحرارة توفر المياه الساخنة؛ (المصدر: معهد ترخيص المنازل الخاملة "الذاتية" في إيطاليا هو TBZ في ولاية بولزانو (Gantioler Günther).

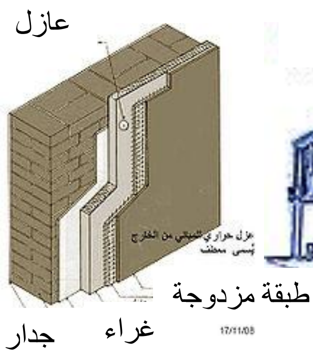
ومن الأمثلة على المنازل الذاتية: منزل "جان بيرو ماركيوري" الذاتي

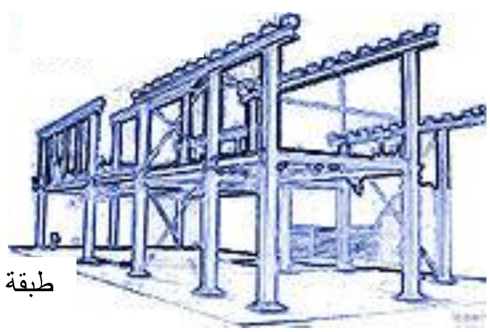
بنى المساح الأيطالي جان بييرو، منزل سلبي، في مقاطعة بادوفا أو على الأقل منزل تقترب ميزاته إلى معايير المنزل الخامل "الذاتي" الألماني (Passivhaus) الذي يعرف كمسكن يكفل الراحة الحراري دون أي تدفئة تقليدية. جان بييرو إستطاع ان يُخفض التكاليف الإجمالية للبناء لتتعادل مع النوع التقليدي (ارتفاع تكلفة المواد يُقابلة تقليل من تكاليف العمالة، نحو 15 يوم عمل). (انظر الشكل 29)



شكل رقم (29): منزل "جان بيرو ماركيوري" السلبي. (المصدر: http://ar.wikipedia.org/wiki/)

- المنزل في الصيف ليس بحاجة إلى أجهزة تكييف هواء، لأن له تهوية جيدة ولا يوجد اي نافذة معرض لأشعة الشمس؛ والنوافذ مزودة جميعها بزجاج عازل،
- التدفئة يوفرها موقد بيليه؛
- لتسخين المياه رُكبت غلاية تستعمل الموقد في فصل الشتاء وفي الصيف سخان شمسي؛
- الحديقة مزودة بأضواء تعمل عن طريق بطاريات التي يُعاد شحنها خلال النهار عن طريق الألواح الضوئية (وحدتين من الألواح الضوئية لضمان حوالي W100)؛
- مياه الأمطار تُجمع في خزانات تحت الأرض وتُستخدم لري الحديقة.
- **الهيكل الانشائي**: هيكل فولاذي مغروس في الأرض ومربوط بقضبان من شأنها أن تضمن المقاومة ضد الهزات الأرضية والرياح (انظر الشكل 30).
- **الجدران الخارجية:** الهيكل المحيط يتألف من خشب رقائقي نوع ساندويتش مليء بمواد عازلة للحرارة مع جرافيت.
- **العزل حراري:** يتكون من ألواح بوليستيرين بسمك 6 سم وجرافيت مركبة وبملصقات اسمنتية طاردة للمياه (انظر الشكل 31).





الشكل (30): الهيكل الانشائي. (المصدر: http://ar.wikipedia.org/wiki)   الشكل (31): العزل الحراري

- **السقف:** ألواح من الخشب الرقائقي وخشب التنوب على ألواح خشبية متلاصقة معالجة بمنتجات مائية، طبقة كواينا لعدم التسرب، "ساندويتش" بسمك 15 cm يتألف من OSB بوليستيرين و OSB مغطاة بألواح الوزينك (Aluzink) على طبقة بوليستيرين بسمك 12 cm.
- **النظام الحراري:** ليس هناك أي تدفئة "تقليدية" (أجهزة مشعة، تدفئة تحت البلاط) بل التدفئة تأتي من وجود موقد بيليه الذي يضمن الراحة الحرارية في فصل الشتاء.

6.2.3 أمثلة على تطبيقات التقنيات الذاتية

يهدف هذا الجزء توضيح التقنيات الذاتية من خلال تطبيقها في المشاريع التالية:

أولا: برج ميسينياجا بكوالالمبور Menara Mesiniaga (1992)

يقع المبنى على طريق رئيسي سريع يؤدي لمطار كوالالمبور، ويمثل بؤرة رصد هامة من قبل المباني المحيطة به، المنطقة ذات مناخ استوائي حار، تتفاوت فيه درجة حرارة الليل ودرجة حرارة النهار قليلا، كما أن الحرارة والرطوبة متماثلة تقريبا في كافة أنحاء السنة. وهو من تصميم المعماري Ken Yeang ، بحيث يعكس مبادئه وخبرته في العمارة البيومناخية (العمارة الخضراء)، فالمبنى يعتبر كنموذج طبق قواعد العمارة الماليزية التقليدية والقواعد الحديثة على التوازي، كما يعتبر كنموذج للمباني المرتفعة الصديقة للبيئة، يعكس العلاقة القوية بين المبنى والمناخ والمسطحات الخضراء. وفي هذا الصدد يقول Ken Yeang : "يمكن توجيه المبنى لأن يولد الطاقة بدلا من استهلاكها". يحتوي المبنى على ساحة دخول كبيرة لعرض المنتجات، وقاعات دراسية، وغرف جلوس، وغرفة صلاة، وكافتيريا، ومطبخ وخدمات إدارية، وكراج سيارات أسفل المبنى وبدروم. ويبلغ ارتفاع المبنى 63 م، ويتكون من 14 طابق وهو ذو مسقط دائري، اما هيكل المبنى من أعمدة فولاذية تحمل بلاطات الأرضيات الخرسانية المثبتة على جمالونات فولاذية. وتبلغ المساحة الإجمالية للطوابق 6503 متر مربع.



شكل رقم (32):برج ميسينياجا بكوالالمبور. (المصدر: Powel,1999)

ثانيا: منزل بالكوم - جنوب سانتافى – نيومكسيكو Balcomb House:

يقع المنزل على بعد 6 أميال جنوب سانتافى بنيومكسيكو، شكل رقم (33)، ويمثل البيت بداية الاستخدام الفعلى للبيت النباتى للاستفادة من الطاقة الشمسية. والبيت هو مسكن لأسرة عادية ملحق به حديقة نباتية (بمواصفات معينة) الغرض منه الاستخدام النسبى للطاقة اللازمة لحاجات هذا المسكن ذاتياً. وفراغ المعيشة فى كلا الطابقين الأرضى والأول له فتحات تطل على البيت النباتى، تكون منفصلة عنه بحائط حرارى داخلى يدور حول السلم المركزى، وتقوم هذه الفتحات باستقبال حرارة الشمس وتخزينها فى الحائط الحرارى ثم تعيد إشعاعها مرة أخرى بعد حوالى عشر ساعات. وهذا التصميم يدمج صفات كل من النظامين الذاتي والنشط Passive-Active Collection باستعمال طريقة الكسب الحرارى المباشر بأن تقوم الواجهة الزجاجية لطابقى البيت النباتى، والتى تبلغ مساحتها 400 قدم بامتصاص الأشعة الشمسية ثم تخزن هذه الأشعة فى الحائط الخلفى للمبنى والمنشأ من الطوب وتبلغ مساحته 1050 قدم مربع وسمكه 10 إلى 14 بوصة، مع مخزن حرارى سعته 25200 وحدة حرارية بريطانية لكل درجة فهرنهيت BTU per degree (F). وقد أعطى هذا النظام 20% طاقة فعالة، و65% طاقة سلبية، والتى غطت الاحتياجات الضرورية من الحرارة لهذا المنزل. كما يسمح المسطح الزجاجى الكبير المواجه للبيت النباتى باختراق أكبر قدر من أشعة الشمس فى الشتاء. كما يستخدم ترموستات فى النظام النشط للتحكم فى صمامات التنفيذ والتجميع الحرارى من البيت النباتى إلى المسكن أو إلى المخزن الحرارى. (NM Solar Energy Association,2010)



شكل رقم (33):منزل بالكوم. (المصدر: (NM Solar Energy Association,2010)

ثالثا: مشروع Solar 1 - فرجينيا

عبارة عن موقع يحتوى على 43 مسكن منفصل لأسرة واحدة، تم البدء فى تنفيذ الموقع عام 1980م، شكل رقم (34)، وقد تم تصميم المساكن لتعمل بالطاقة الشمسية السالبة، مع استخدام حائط ترمب Trombe Wall (وهو عبارة عن حائط أسود سميك يوضع خلف النافذة على الحائط الجنوبى، ويقوم بامتصاص الحرارة النافذة من الشباك وتخزينها ثم تحويلها إلى الفراغ من خلفه فى أوقات معينة) وفراغات مشمسة، وحوائط مائية (هى نفس فكرة حائط ترمب ولكن يستخدم الماء كوسط لتخزين الحرارة)، وبيوت نباتية. ويلاحظ من الموقع العام توجيه المبانى ناحية الجنوب لاستقبال أكبر كمية ممكنة من الإشعاع الشمسى والعمل على تظليل الواجهات الأخرى.



شكل رقم (34):مشروع Solar 1. (المصدر: (Smith,2001

رابعا: مباني قرية فى أفريقيا:

تتكون مبانى القرية من المواد المحلية المتوفرة من طين وقصب وقرميد، وتساعد هذه المواد على تلطيف المناخ داخل بيوت القرية وداخل طرقاتها المختلفة. أما الأسقف فهى مصممة بزوايا خاصة طبقاً لحركة الشمس، وهى مغطاة برقائق من صفائح الألومنيوم المطلية باللون الأسود، وفوقها توضع رقائق البلاستيك الشفاف، وقد وضعت فى الجزء العلوى من السقف أجهزة تحويل الطاقة الشمسية، وفى الجزء السلفى أوعية لعزل الدفء وحفظه، وتساعد هذه الأسقف على حماية الفراغات من تحتها، والحصول على الصور الأخرى من الطاقة الشمسية، وخصوصاً الطاقة الحرارية لتدفئة الفراغات فى الشتاء، أو المياه المستخدمة.



شكل رقم (35): مباني قرية في افريفيا. (المصدر: (Smith,2001

- **التقييم العام للمشاريع**

جدول رقم (4): تقييم المشاريع اعتمدت التقنيات الذاتية.

المشروع		التقييم العام للمشاريع
برج ميسينياجا بكوالالمبور 1992 Menara Mesiniaga	التقنية المستخدمة	تقنيات الشمس الذاتية: • المتمثلة فى حديقة السطح لوصل المبنى بالأرض تعمل كفراغ اجتماعي. مسطحات خضراء وتشجير يستمر لأعلى لتوليد الأكسجين و العمل على تبريد المبنى • والنوافذ غاطسة في الواجهات الشرقية و الغربية مزودة بكاسرات شمس، • الخدمات الرئيسية كانت في الواجهة الشرقية الحارة المعرضة للشمس لتوفير الحماية للفراغات الداخلية من أشعة الشمس القوية، • الإضاءة والتهوية الطبيعية للسلالم والمصاعد و دورات المياه والممرات • وجود نظام لتجميع مياه الأمطار على السطح، • شرفات خارجية و أفنية معلقة تلتف بشكل حلزوني حول الواجهات لتوفير التهوية الطبيعية.
	مميزاتها	• يغطى النظام السلبى متوسطاً من الحرارة قدره 59% من الحرارة الكلية. • عند زيادة درجة الحرارة يقوم الترموستات بتخفيضها.
	جوانبها الاقتصادية	• التحكم فى الحرارة الداخلية وعدم الاعتماد على أجهزة التبريد أو التدفئة. • وبالتالي يوفر المبنى سنويا ما يقارب 13590 $ فقط من التهوية والتبريد.
	ملاءمتها للمباني الجديدة	مناسبة مع مراعاة ما يلى: • اختيار مواد بناء جيدة الاكتساب الحرارى والتخزين للطاقة الشمسية. • يعد نموذجا للمباني المرتفعة الصديقة للبيئة والتي تبنى في البيئات الحضرية ذات المناخ الحار الرطب.
منزل بالكوم - جنوب سانتافى - نيومكسيكو	التقنية المستخدمة	تقنيات الشمس الذاتية والنشطة: • والمتمثلة فى البيت النباتى والحائط الخلفى والمخزن الحرارى.
	مميزاتها	• يعطى النظام السلبى متوسطاً من الحرارة قدره 62% من الحرارة الكلية. • يقوم النظام النشط بمنع الحرارة الزائدة عن البيت النباتى والاحتفاظ بها، وبالتالى توازن الطاقة الكلية للمنزل. • تتراوح الرطوبة ما بين 20% إلى 30% أكثر منه فى البيوت التقليدية، وذلك لامتزاج هواء البيت النباتى وهواء المسكن. • عند زيادة درجة الحرارة يقوم الترموستات بتخفيضها.
	جوانبها الاقتصادية	• التحكم فى الحرارة الداخلية وعدم الاعتماد على أجهزة التبريد أو التدفئة الميكانيكية. فلولا وجود البيت النباتى لاحتاج البيت السكنى إلى 4.6 وحدة حرارية بريطانية إضافية لتعويض الفقد الحرارى من خلال الفتحات. • بساطة التجهيزات تؤدى إلى رخص التكاليف. • يمكن استغلال البيت النباتى فى زراعة النباتات والاستفادة منها فى الاستهلاك.

	ملاءمتها للمباني الجديدة	مناسبة مع مراعاة ما يلى: • تبسيط التصميم الداخلى للمسكن. • توجيه البيت النباتى ناحية الجنوب حتى يكتسب كمية حرارة كبيرة فى فصل الشتاء. • اختيار مواد بناء جيدة لها خاصية الاكتساب الحرارى والتخزين للطاقة الشمسية.
مشروع Solar 1 - فرجينيا	التقنية المستخدمة	• تقنيات الشمس الذاتية: • وتتمثل فى استخدام التقنيات الخاصة مثل حائط ترمب، والفراغات المشمسة، والحائط المائى والبيوت النباتية.
	مميزاتها	• الاعتماد على الوسائل الطبيعية فى عملية التدفئة والتبريد. • التوازن الحرارى داخل المسكن طبقاً للحالة العامة للمناخ الخارجى.
	جوانبها الاقتصادية	• تحقيق وفراً فى تكلفة استهلاك الطاقة، تم تقديره بحوالى 100 دولار فى العام فى ذلك الوقت. • بساطة التجهيزات تؤدى إلى رخص التكاليف. • نظافة البيئة المحيطة بالمشروع.
	ملاءمتها للمباني الجديدة	مناسبة مع مراعاة : • أن تصميم المبانى بهذا الشكل مع تحقيق الفكر التخطيطى المتضام يمكن أن يحقق وفراً أكثر فى استهلاك الطاقة سواء على مستوى المساكن أو على مستوى التنقل الخارجى بين الفراغات.
مباني قرية في افريقيا	التقنية المستخدمة	• تقنيات الشمس الذاتية: • وتتمثل فى استخدام مواد البناء المحلية ذات العزل الحرارى الكبير (طين - قصب - قرميد). • - وتتمثل فى تطوير الأسقف لامتصاص حرارة الشمس وتحويلها إلى طاقة حرارية.
	مميزاتها	• تلطيف المناخ الداخلى للفراغات. • تنظيم فقد واكتساب الحرارة. • حماية ما تحتها من فراغات. • تدفئة الهواء الماء بتحويل حرارة الشمس إلى طاقة حرارية.
	جوانبها الاقتصادية	• تقليل الحاجة إلى وسائل التبريد والتدفئة الميكانيكية. • نظافة البيئة. • تدفئة الهواء والماء بالطاقة الشمسية يؤدى إلى تقليل الاعتماد على المصادر الحالية والترشيد فى استخدام الطاقة.
	ملاءمتها للمباني	• مناسبة، مع مراعاة المواد المحلية المتاحة فى كل مكان والتى تحقق نفس العزل الحرارى وتتناسب مع طبيعة وإنشاء المبنى.

11.2.3 الخلاصة

عند التمعن في الأوضاع البيئية الصارمة لكثير من المناطق العربية والموارد المحدودة ندرك بأن حاجتنا إلى تطبيقات العمارة الخضراء والإنشاءات المستدامة أكثر من الدول الصناعية المتقدمة. وإذا كانت كميات أشعة الشمس وحرارتها ووهجها في منطقتنا من أعلى المعدلات في العالم فإن هذا يعني وجود فرص ذهبية لتوظيفها كمصدر بديل لإنتاج الطاقة، بالإضافة إلى استغلالها في إضاءة المباني والمنشآت خلال ساعات النهار.

ومع ذلك فنحن نسمع عن مباني منشأة في بعض البلدان التي تغيب عنها الشمس لأيام طويلة في السنة، وهذه المباني تعتمد بشكل أساسي في الإضاءة الداخلية على ضوء النهار الطبيعي حيث توفر نصف كمية الطاقة المستهلكة في الإضاءة، بينما نرى مبانينا التي تقبع تحت الشمس الحارقة والوهج الضوئي القوي مظلمة ومعتمة من الداخل وتعتمد فقط على الإضاءة الاصطناعية التي تضيف أعباء اقتصادية إلى فاتورة الكهرباء، بل إن تلك الدول قطعت أشواطاً متقدمة في تطبيقات استغلال الطاقة الشمسية كمصدر بديل للطاقة في المباني، بالإضافة إلى استغلال الرياح وشلالات المياه في إنتاج الطاقة.

ومن خلال ما ورد في هذا الفصل يمكن تلخيص التقنيات الذاتية الواجب مراعاتها لبيئة المناطق الحارة -المنطقة العربية كمثال- فيما يلي:

طريقة توجيه المبنى، وحجمه وموقعه وعدد المباني المجاورة، وموقعها وتشكيلها والتفاصيل الخارجية للمبنى وطريقة التظليل، ونسبة مساحة السطح منخفضة إلى حجمه، واختيار مواد ذات خصائص حرارية مناسبة، وتصميم الأماكن التي تسمح بدوران الهواء بصورة طبيعية، واختيار أماكن مناسبة للمباني بحيث تواجه الشمس ، العزل الحرارى، وتضام الكتلة البنائية للتقليل من الكسب والفقدان الحراري والتقليل من عمق المخطط البنائي لايصال أكبر من الاضاءة الطبيعية، الجدار المزدوج Double Skin لأغراض التهوية، واستخدام المياه، والتنظيم الفراغي، معيار شكل المبنى، ومعيار اتجاه المبنى والتوجيه لأشعة الشمس، ومعيار مواد البناء، ومعيار تظليل النوافذ، معيار ألوان غلاف المباني، معيار فناء المبنى، معيار النباتات كعنصر تحكم.

كما هو موضح في الجدول (5) التالي:

جدول(5): التقنيات الذاتية لبيئة المناطق الحارة – المنطقة العربية.(المصدر: الباحثة).

الرقم	التقنية	سبب الاستعمال	ملاحظات
	التقنيات الذاتية		
الرقم	**التقنية**	**سبب الاستعمال**	**ملاحظات**
1	التوجيه لأشعة الشمس	الاضاءة	تفضيل واضح للاتجاهات الشمالية-الجنوبية للواجهات الرئيسة، خصوصا للنوافذ. يؤدي الى خفض قدره 18.2% من حجم الأجهزة الميكانيكية لتكييف الهواء.
2	شكل المبنى	تقليل الكسب الحراري	يفضل ان يكون المبنى مدمجا المساحة السطحية للغلاف الخارجي يجب ان تكون صغيرة ما أمكن وتضام الكتلة البنائية للتقليل من الكسب والفقدان الحراري.
3	مواد البناء	تقليل الكسب الحراري	اختيار مواد ذات خصائص حرارية مناسبة مواد ذات السعة الحرارية العالية.
4	ألوان غلاف المباني	تقليل الكسب الحراري	الحرارة السطحية للأسقف ذات الألوان الفاتحة اقل تلك ذات الألوان الداكنة
5	عمق المخطط البنائي قليل	الاضاءة	لايصال أكبر من الاضاءة الطبيعية ويحقق خفض قدره 28.9% من حجم الأجهزة الميكانيكية المطلوبة لتكييف الهواء، وذلك عند مراعاة أنسب اتجاه للكتلة وأفضل نسب للمسقط الأفقي.
6	تظليل الكتل بعضها	تقليل الكسب الحراري	الظل يعتبر من أهم العوامل المساهمة في توفير الطاقة بنسبة تصل لأكثر من 30 % .
7	العزل الحرارى	تقليل الكسب والفقد الحراري	العزل الحراري سيؤدي إلى توفير 40% من الطاقة المستهلكة، الحرارة في المباني المعزولة عزلاً كاملاً انخفضت من 10 – 15 درجة.
8	طمر أجزاء من المبنى في الارض	التبريد	توفير في الطاقة المستهلكة نتيجة تخفيض درجات الحرارة نظرا لثبات حرارة التربة.
9	نسبة مساحة السطح منخفضة إلى حجمه	تقليل الكسب الحراري	تقليل مساحة الأسطح المعرضة للاشعاع الشمسي.
10	التنظيم الفراغي	التهوية	التهوية بألغاء العوائق الداخلية، وتصميم الأماكن التي تسمح بدوران الهواء بصورة طبيعية.

تابع الجدول (5):التقنيات الذاتية لبيئة المناطق الحارة – المنطقة العربية.(المصدر: الباحثة).

11	فناء المبنى	التبريد	فالفناء الداخلى يمكن أن يقلل الحرارة بدرجة قد تصل إلى 10 - 20 يساعد في تحقيق درجات حرارة داخلية باردة صيفا. ويمكن الاستغناء عن التبريد الميكانيكي بنسبة 31% من الطاقة المستخدمة في تبريد الهواء.
12	تظليل النوافذ	تقليل الكسب الحراري	امكانيات تخفيض الحمل الحراري الشمسي المباشر وغير المباشر عن طريق التظليل لها أهمية خاصة في المناطق الحارة الجافة. تظليل الفتحات يحقق عزلاً قدره 50% من كمية الحرارة التى يكتسبها الفراغ الداخلى إذا لم تكن الفتحات مظللة.
13	استخدام المياه	التبريد	يقلل استخدام المياه عمليات التبريد والاكتساب الحراري بنحو 25% كما يؤدي اعتماد النافورات أو رش المبنى بطريقة خاصة بالمياه الى تقليل الحرارة الداخلية بنحو 10c
14	التبريد التبخيري	التبريد	تبريد الاسطح من خلال الأثر التبخيري للمياه وما ينتج عنه من انخفاض في درجات حرارة السطح.
15	الاضاءة الطبيعية: البيت الزجاجي والنوافذ السقفية	الاضاءة	استخدام الضوء الطبيعي تقليل حجم الطاقة اللازمة للإضاءة بنسبة 25%.
16	تفاصيل وعناصر معمارية تقليدية	التبريد	فمثلا البادكير يسهم في خفض درجة الحرارة داخل المبنى
17	أبراج تهوية	التهوية	خفض درجة الحرارة داخل الى أقل من 30 درجة مئويه صيفا في حين الحرارة في الخارج أكثر من 50 درجه.
18	فتحات متقابلة	التهوية	السماح بحركة الهواء في الفراغات الداخلية باستمرار
19	الجدار المزدوج Double Skin	التهوية	ادخال الهواء الى المبنى عن طريق الجدار المزدوج الذي يزيد سرعة تحرك الهواء
20	النباتات – الأسطح الخضراء	التبريد	فكرة الأسطح الخضراء توفر 25 في المائة من طاقة التكييف. يحتاج الأمر إلى جهاز تكييف يستهلك كهرباء بحوالى 5 دولار فى اليوم يتساوى مع قدرة شجرة واحدة ذات جذع قطره 7 سم.

3.3 تقنيات المباني الخضراء الحديثة Modern Green Building Technologies

1.3.3 المقدمة

يهدف هذا الفصل الى تعريف التصميم البيئي الفعال وما يتميز به عن التصميم البيئي الذاتي وتوضيح تقنيات المباني الخضراء الحديثة المعتمدة على مصادر الطاقة المتجددة، وتطبيقاتها، مع التركيز على تطبيقات الطاقة الشمسية كونها البديل الأنسب في المنطقة العربية، ومن ثم التوصل الى عدد من التقنيات الحديثة التي تستخدم لانتاج عمارة خضراء.

تزايد الإعتماد على مصادر الطاقة المتجددة ونتيجة لإستدامة توفرها لايحرم الاجيال المستقبلية من حقهم في تطوير استخدامها فتقليل تلوث الغلاف الجوي للأرض لا يتم بترشيد إستهلاك مصادر الطاقة التقليدية وإنما بتنشيط إستخدام مصادر الطاقة المتجددة مثل الطاقة الشمسية، وطاقة الرياح، والحرارة الأرضية، وطاقة الكتلة الحيوية، وطاقة المياه. تكلفة استخدام مصادر الطاقة المتجددة في الوقت الحاضر تعتبر مرتفعة نسبيا ولكن من المتوقع في المستقبل ان تنخفض هذه التكلفة بحيث يصبح إستخدامها إقتصادي. (Brown,1987). فقد أصبح التوجه العالمي نحو ترشيد إستهلاك الطاقة التقليدية وتطوير استخدام مصادر الطاقة المتجددة، خاصة للحصول على الكهرباء، هدفا يجب تحقيقه كلما كان ذلك ممكناً. من أجل تحقيق كفاءة إستخدام الطاقة في العمران فإن مصممي ومنفذي العمران وبالتعاون مع المتخصصين في المجالات المختلفة المتعلقة بالعمران تبنوا منذ بداية التخطيط للمشروعات العمرانية أفكار وتوجهات تصميمية تسمح بتوفير البيئة الداخلية والمحلية الملائمة لراحة مستخدمي هذا العمران باستخدام أقل قدر ممكن من الطاقة وخاصة الطاقة الكهربائية.

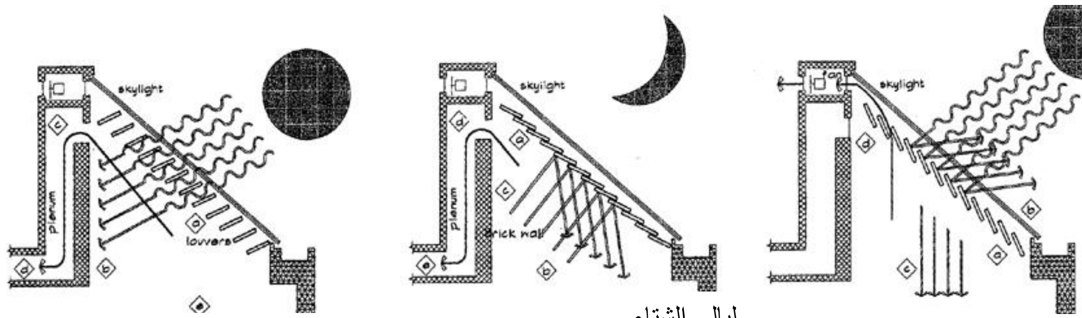
2.3.3 تطبيقات الطاقة المتجددة في العمران

أصبح التوجه العالمي نحو ترشيد إستهلاك الطاقة التقليدية وتطوير استخدام مصادر الطاقة المتجددة، خاصة للحصول على الكهرباء، هدفا يجب تحقيقه كلما كان ذلك ممكناً. من أجل تحقيق كفاءة إستخدام الطاقة في العمران فإن مصممي ومنفذي العمران وبالتعاون مع المتخصصين في المجالات المختلفة المتعلقة بالعمران يتبنوا منذ بداية التخطيط للمشروعات العمرانية أفكار وتوجهات تصميمية تسمح بتوفير البيئة الداخلية والمحلية الملائمة لراحة مستخدمي هذا العمران باستخدام أقل قدر ممكن من الطاقة وخاصة الطاقة الكهربائية. حتى هذا القدر القليل يجب أن يتم توليده عبر مصادر طاقة متجددة صديقة لبيئة الأرض. تحقيق ذلك التوجه يمكن بتبني مفاهيم التصميم العمراني التي تحقق أفضل توظيف لمعطيات البيئة الطبيعية من إضاءة طبيعية ومواد بناء ومصادر الطاقة المتجددة التي تستخدم لتوليد الكهرباء للمساعدة في توفير البيئة الداخلية الجيدة من حيث التهوية الطبيعية والراحة الحرارية لجسم الإنسان من خلال تطبيق مختلف مبادىء التصميم العمراني المستدام السابق الإشارة إليها. يمكن توظيف مصادر الطاقة المتجددة في العمران إما بشكل مباشر، مثل طاقة الرياح والطاقة الشمسية والحرارة الأرضية، أو من خلال الإستفادة منها في توليد الطاقة الكهربائية النظيفة، مثل طاقة المياه والمواد العضوية، التي تستخدم بدورها في تغطية إحتياجات العمران من الطاقة الكهربائية. وفيما يلى توضيح لأهم تطبيقات إستخدام مصادر الطاقة المتجددة في العمران. (Brown,1987).

- **تطبيقات الطاقة الشمسية**

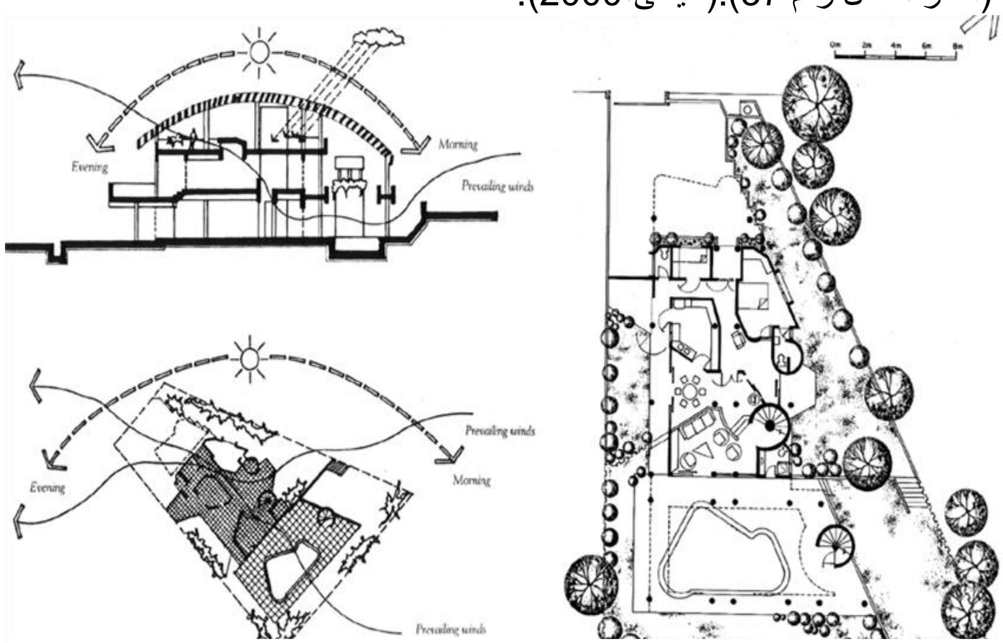
الحرارة الشمسية التي تصل الى سطح الأرض في صورة أشعة الشمس تعتبر أحد أهم مصادر الطاقة المتجددة الغير معرضة للنفاذ ويمكن تحويل الطاقة الشمسية الى صور أخرى من الطاقة قابلة للإستعمال عبر سبل رئيسية: الإستخدام المباشر لأشعة الشمس، تركيز الحرارة الشمسية، تحويل أشعة الشمس الى طاقة كهربائية، بالإضافة إلى دورها الرئيسي في تنشيط بعض مصادر الطاقة المتجددة الأخرى حيث أن الحرارة الشمسية أحد مسببات حركة الرياح وتنمو بفضلها المواد العضوية التي تستخدم بدورها في توليد الطاقة النظيفة. يمكن الإستفادة من أشعة الشمس بشكل مباشر إيجابياً أو سلبياً في العمران وكذلك يمكن الإستفادة منها عبر تحويلها الى طاقة كهربائية نظيفة بعدة سبل أهمها:- (Lyle,1994)

من خلال التحكم في تعرض المبنى للحرارة الشمسية حيث تتم الحماية من أشعة الشمس عند الحاجة الى تقليل درجة الحرارة الداخلية والإضاءة الطبيعية في وقت الصيف، بينما يسمح بالتعرض لأشعة الشمس الحارة عند الحاجة الى رفع درجة الحرارة والإضاءة الطبيعية الداخلية في وقت الشتاء. (انظر الشكل رقم 36).(Abdou, 2000).



شكل رقم (36): إمكانية توظيف كاسرات أشعة الشمس المتحركة للتحكم في التعرض لأشعة الشمس المباشرة.
(المصدر: Abdou,2000)

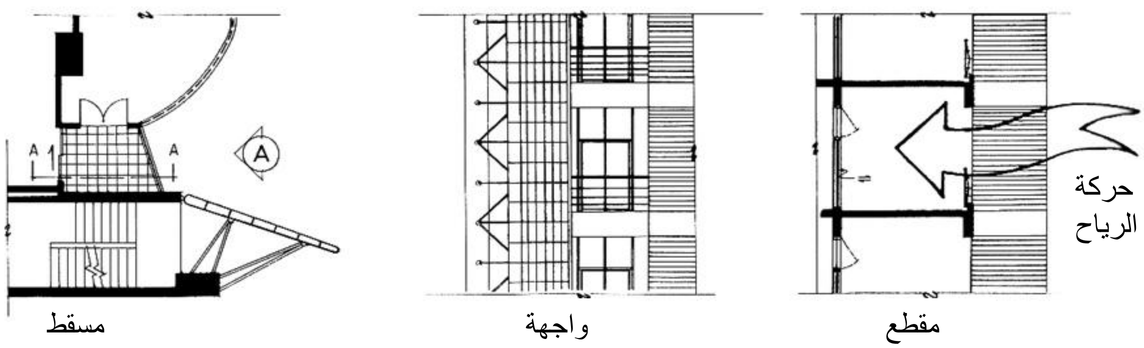
من خلال إستخدام مواد البناء الطبيعية وتوظيف الظلال الناتجة عن التشكيل المعماري والعمراني وتوجيه المباني وتصميم الفتحات الخارجية وكذلك عناصر تنسيق الموقع وغيرها من المكملات المعمارية، يمكن التحكم في كيفية تعرض المبنى لأشعة الشمس المباشرة وحركة الهواء حول وخلال المبنى. (انظر الشكل رقم 37).(عيسى،2000).



شكل رقم (37): إمكانية توظيف التشكيل المعماري وعناصر تنسيق الموقع للتحكم في حركة الهواء حول وخلال المبنى.(المصدر: Powell,1999)

- **تطبيقات طاقة الرياح**

من خلال توجيه المبانى وتشكيل واجهاتها وأيضاً التشكيل العمراني يمكن التحكم في توفير التهوية الداخلية الطبيعية عند الحاجة إليها لتحسين البيئة الداخلية أو الحماية من حركة الرياح عندما تكون غير محببة من حيث سرعتها أو ما تحمله من شوائب. شكل رقم (38) يوضح نموذجاً للتحكم في حركة الرياح الخارجية حول المبنى وجذبها إلى الداخل لتوفير التهوية الطبيعية. تستخدم طاقة الرياح لتحريك تربينات لتوليد الكهرباء النظيفة التي يمكن إستخدامها لأغراض متعددة، حيث يمكن توزيع عدد من هذه التوربينات في مايشبه المزارع في المناطق المحيط بالعمران أو حول المدن ويتم تخزين الكهرباء المتولدة ومن ثم توزيعها خلال شبكة الكهرباء الى المباني.



شكل رقم (38): نموذج للتحكم في حركة الرياح الخارجية حول المبنى وجذبها إلى الداخل لتوفير التهوية الطبيعية.
(المصدر: Powell,1999)

- **تطبيقات الحرارة الأرضية**

هى الطاقة الناتجة من حرارة باطن الأرض حيث تنتقل بالتوصيل الى قرب سطح القشرة الأرضية، ويمكن استخدامها بشكل مباشر في حماية المباني من التقلبات المناخية الحادة وغيرها بإنشاء المباني تحت سطح الأرض. أيضاً يمكن الحصول عليها عن طريق حفر أبار تسمح بخروج المواد المنصهرة والماء الساخن أو بخار الماء أو الغازات والتي تستخدم الحرارة الناتجة عنها بدورها في تشغيل توربينات لتوليد الطاقة الكهربائية.(عيسى،2000).

3.3.3 تقنيات المباني الخضراء الحديثة

تتسم التقنية التي تعتمد على الطاقة الشمسية بشكل عام بأنها إما أن تكون **ذاتية أو إيجابية** وفقًا للطريقة التي يتم استغلال وتحويل وتوزيع ضوء الشمس من خلالها. وتشمل تقنية **الطاقة الشمسية الإيجابية استخدام اللوحات الفولتوضوئية والمضخات والمراوح في تحويل ضوء الشمس إلى مصادر أخرى مفيدة للطاقة.** هذا، في حين تتضمن تقنية الطاقة الشمسية الذاتية عمليات اختيار مواد ذات خصائص حرارية مناسبة وتصميم الأماكن التي تسمح بدوران الهواء بصورة طبيعية واختيار أماكن مناسبة للمباني بحيث تواجه الشمس.

ومن التطبيقات على استخدام الطاقة الشمسية ما يلي:

1. تستخدم التطبيقات الحديثة الخاصة بالتصميمات المعمارية التي تعتمد على استغلال الطاقة الشمسية بتصميمات تجمع بين نظم التهوية والتدفئة والإضاءة الشمسية في تصميم واحد لاستغلال الطاقة الشمسية ويكون متكاملاً، (انظر الشكل 39)، وذلك من خلال تقليل التدفئة أو التبريد الإضافيين اللازمين للمباني بحيث تصبح أقل وأكثر طاقة شمسية لها الأثر الكبير في توفير مناخ ملائم د اخل المباني، وبذلك يمكن **خفض فاتورة الكهرباء إلى% 75 ، علما بأن تكلفة هذه التصميمات الإضافية قد تتراوح بين 5% و10% من كلفة تشييد المباني.**



شكل رقم (39): الاستفادة من ضوء النهار الطبيعي في التدفئة. (المصدر: الناصر،2000)

2. يعتبر استخدام ضوء الشمس الطبيعي من أنواع الإضاءة الأكثر استخدامًا على مر العصور، فمن الممكن أن **يتم تقليل حجم الطاقة اللازمة للإضاءة بنسبة 25%. تعتبر نظم الإضاءة الشمسية الهجينة من سبل استغلال الطاقة الشمسية الإيجابية في الإضاءة الداخلية. تقوم هذه النظم بتجميع ضوء الشمس باستخدام مرايا عاكسة متحركة تبعًا لحركة الشمس،** كما تتضمن أليافًا

ضوئية لنقل الضوء إلى داخل المبنى لزيادة الإضاءة العادية. وفي التطبيقات التي يتم الاستعانة بها في المباني ذات الطابق الواحد، **تكون هذه النظم قادرة على نقل 50% من ضوء الشمس المباشر** الذي يتم استقباله. تعتبر الإضاءة المستمدة من الشمس التي يتم اختزانها في أثناء النهار واستخدامها في الإضاءة في الليل من الأشياء المألوفة رؤيتها على طول الطرق وممرات المشاه.

3. من الممكن أن يتم استخدام التقنيات التي تعتمد على استغلال حرارة الشمس في تسخين الماء وتدفئة وتبريد الأماكن وعملية توليد حرارة. تستخدم نظم التسخين التي تعمل بالطاقة الشمسية ضوء الشمس في تسخين الماء. يمكن أن **يتم توفير ما يترواح من 60 إلى 70% من الماء الساخن المستخدم في المنازل بدرجات حرارة ترتفع إلى 60 درجة** مئوية بواسطة نظم التسخين التي تعمل بالطاقة الشمسية. ويعتبر من أكثر أنواع سخانات المياه التي تعمل بالطاقة الشمسية الأنابيب المفرغة (44%) والألواح المستوية المصقولة (34%) التي تستخدم بصفة عامة لتسخين الماء في المنازل، وكذلك الألواح البلاستيكية غير المصقولة (21%) التي تستخدم بصفة رئيسية في تدفئة مياه حمامات السباحة.
4. يمكن تحويل ضوء الشمس المباشر إلى كهرباء باستخدام محولات فولتوضوئية (PV) وعملية تركيز الطاقة الشمسية (CSP) والعديد من الأساليب التجريبية الأخرى.

والنظام الشمسي الغير الذاتي هو نظام يتم فيه استخدام وسائل ميكانيكية على هيئة خلايا شمسية يطلق عليها (المستجمعات الشمسية) تقوم تلك الخلايا بتحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربائية لأداء كل العمليات سواء تدفئة او تبريد الفراغ الداخلى او انتاج الطاقة الكهربائية، وبالتالى فأن نظم التصميم الداخلية للفراغات لا تختلف عن الفراغات الداخلية للمنازل التقليدية حيث ان دور الطاقة الشمسية يقتصر على الخلايا الشمسية المختلفة الملحقة وبالتالى فإننا لا نحتاج إلى عمل دراسة خاصة بالعمارة الداخلية للفراغات الشمسية الغير ذاتية حيث أن استخدام الطاقة الشمسية لا يؤثر بصورة مباشرة على نظم العمارة الداخلية و بالتالى لا تؤثر على محددات و خامات العمارة الداخلية مقارنة النظام الشمسي الذاتى Solar System Passive. ومن الأمثلة على ذلك:

- **الخلايا الشمسية الكهروضوئية Photovoltaic**

ظهرت تطبيقات وحدات الطاقة الكهربية في مجال البناء في سبعينيات القرن الماضي، وفي الثمانينيات، بدأت الوحدة الكهروضوئية المضافة الي اسطح المباني في الظهور. هذه النظم الكهروضوئية عادة ما تكون مثبتة على الشبكة المتصلة بالمباني في المناطق التي توجد فيها محطات طاقة مركزية. في التسعينيات أصبحت منتجات بناءBIPV والمصممة خصيصا لادماجها مع غطاء البناء متاحة تجاريا.

تنتج الوحدات الكهرباء مباشرة من ضوء الشمس الساقط عليها، بطريقة نظيفة غير ملوثة أو مؤثرة سلبا على البيئة، وغير مزعجة وبدون إشغال أي حيز داخل المبنى. تولد الوحدات الكهروضوئية الكهرباء في مكان الاستخدام لذلك لا يوجد فقد كبير في الكهرباء نتيجة التوصيل، وتجمع هذه الخلايا تحت طبقة عازلة (غالبا من الزجاج) لتكوين لوحة كهروضوئية (pv panel) للحصول على كمية أكبر من الطاقة، هذا وتصنع الخلايا الكهروضوئية بأشكال وألوان ومواصفات مختلفة لتتناسب مع التطبيقات المختلفة في المباني دون التأثير على طابعها المعماري، فمنها الشفاف والنصف شفاف الذي يسمح بنفاذ الضوء والذي يستخدم بدل الزجاج العادي في الشبابيك والواجهات الزجاجية والإضاءة السماوية، ولها ألوان مختلفة مثل الرمادي والبني والأسود والأخضر بالإضافة إلى بعض الألوان المختلطة والمتدرجة، وبعض أنواع الخلايا تكون مرنة قابلة للف واللي لتتناسب مع الأسطح المنحنية والدائرية. (الناصر،2000)

تستخدم الخلايا الكهروضوئية الضوء المباشر بالإضافة إلى الضوء المشتت والمنعكس من الأسطح المجاورة لتوليد الكهرباء، حيث يمكنها العمل عندما تكون السماء غائمة، أما خلال فترة الليل عندما تغيب الشمس فإن الخلايا الكهروضوئية تتوقف عن العمل لذلك يمكن تخزين الكهرباء المولدة خلال النهار في بطاريات ليتم استخدامها في ساعات الظلام. ويمكن تركيب الأنظمة الكهروضوئية في المباني بطرق مختلفة، حيث يمكن تثبيتها على السقف أو على الحوائط الخارجية للمبنى، بالإضافة لإمكانية استخدامها كمادة تشطيب خارجية أو كمظلة للمطر أو ككاسرات لأشعة الشمس.

ويستخدم المهندسون المعماريّون بشكل متزايد القطع الفولطائيّة الضوئيّة كميّزة من ميّزات التصميم. فعلى سبيل المثال، يمكن أن يحلّ قرميد السطوح الشمسي أو اللوحات الشمسيّة مكان مواد بناء



شكل رقم (40):تركيب الخلايا على مبنى بنيويورك لاستيعاب الطاقة الشمسية بدون القاء ظلال من خلال المباني المجاورة. المصدر: (www.Pvdatabase.com)

السطوح التقليديّة، وتستخدم القطع الفولطائيّة الضوئيّة في تأمين طاقة قصوى للمبنى في أيام الصيف الحارّة حين تحتاج أنظمة التكييف إلى أقصى قدر ممكن من الطاقة، هذا الأسلوب يقوم بتحويل الطاقة الشمسية الى طاقة كهربائية إلا أنها نسبياً غير إقتصادية في الوقت الحاضر نظراً لإرتفاع تكلفة إنتاج الخلايا الكهروضوئية. توليد الكهرباء بهذا الأسلوب إرتفع في السبعينات إلى نحو 75 ميجاوات اليوم.(Renewable Energy Annual,2002). يمكن إستخدام هذه الخلايا في مجموعات على واجهات المباني (الشكل 40) أسطح المباني أو الحوائط المعرضة لأشعة الشمس وبالتالى يمكن أن تقوم المباني بإنتاج قدر من إحتياجاتها من الكهرباء ذاتياً. (شكل رقم 41)



شكل رقم (41): مواقع استخدام الخلايا الكهروضوئية في الابنية .(المصدر: Brownstone,2000)

ومن الاعتبارات الرئيسية لهذا التصميم الخاص بأنظمة الطاقة الشمسية هو:

- التوجيه: للوصول إلى أقصى حد ممكن من ناتج الطاقة الشمسية فان التوجه الفعلي لنظام BIPV وزاوية ميل المجموعة ينبغي ان تراعي الموقع الجغرافي لموقع البناء.
- الخصائص الكهربائية: الخصائص الكهربائية وثيقة الصلة بالوحدات أو المجموعات الكهروضوئية تتلخص في العلاقة بين التيار والجهد. كمية وكثافة الطاقة الشمسية تتحكم في التيار

الكهربائي حيث ان درجة حرارة الخلايا الشمسية تؤثر على جهد الوحدات أو المجموعات الكهروضوئية.

- نظام التحجيم: ان اختيار نوع BIPV وتحجيم نظام يشتمل علي ثلاثة عناصر رئيسية :احمال الطاقة، الاعتبارات الجمالية او المعمارية، والعوامل الاقتصادية.

يفضل أن يكون سطح ألواح الخلايا الكهروضوئية باتجاه الشمس دائما ليتمكن من التقاط أكبر قدر من الإشعاع الشمسي. وفي حالة الألواح الثابتة يفضل أن تكون باتجاه الجنوب في نصف الكره الجنوبي مائلا بزاوية أقل من خط عرض الموقع .(انظر الشكل 42) بمقدار 10 درجات في الصيف، وبزاوية أكثر من خط عرض الموقع بمقدار 10 درجات في الشتاء.



شكل رقم (42): اتجاه تثبيت الخلايا الكهروضوئية. (المصدر: (www.pvdatabase.com)

أما إذا كان ألواح الخلايا الشمسية متحركة بحيث تتتبع الشمس فمن الأفضل أن يكون باتجاه الجنوب بزاوية ميلان مساوية لخط عرض الموقع، وفي المناطق التي فيها انعكاسية عالية (أي سطحها عاكس لأشعة الشمس، كالجليد أو الماء (فإنه بالأمكان استغلال الأشعاع المشتت والمنعكس من الأرض إلى اللاقط مرة أخرى. (الناصر،2000)

المشكلة البيئية لهذه التقنية:

المشكلة البيئية الوحيدة لهذه التقنية هي المساحة المطلوبة لتشييد هذه التقنية، بينما الكهرباء الناتجة لا تنفث غازات ولا إشعاعات أو تلوث أو ضجيج، إلا أن بعض القلق من الغازات الداخلة عند إنتاج هذه الخلايا، وكذلك عند انتهاء مدتها حيث تحتوي على مواد مثل الكاديميوم والزرنيخ، وكذلك غاز الميثان، بالإضافة إلى مواد كيميائية ومعادن سامة إلا أن نسبتها قليلة جدًا.(الناصر،2000)

- **توربينات الرياح**



شكل رقم (43): توربينات الرياح.(المصدر: (http://www.alternative-energynews.info/technology/wi/nd-power/wind-turbines

استخدمت في نهاية القرن الثّامن عشر الميلادي الطواحين الهوائية، وخلال السبعينيات من القرن العشرين، أدى نقصان النفط إلى زيادة الرغبة في استخدام التوربينات الهوائية لتوليد الكهرباء. (انظر الشكل 43)

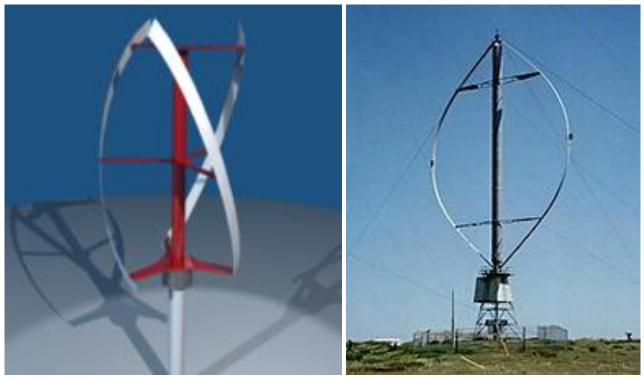
هناك نوعان رئيسيان من التوربينات الهوائية:

التوربينات الهوائيه ذوات المحاور الأفقيه: المتعارف عليه من هذا النّوع يكون فيه أعضاء دوّارة من عدة مراوح أو ريشات مثل الطاحونة الهوائية التقليدية وفيها ريشات متجهة من محور أفقي والأنواع المطوّرة من هذه الطواحين والتي تستخدم لتوليد الكهرباء تكون فيها ريشتان دافعتان. ويوضع العضو الدّوار في هذه التوربينات فوق برج مرتفع يرفع الريشتين عاليًا فوق سطح الأرض لكي تتأثرا بالرّيح. ومن أجل زيادة فعاليّة التوربين، فلا بد أن توجّه الريشتان للريح، والمحور يجب أن يكون موازيًا لمجرى الريح. وعندما تهبّ الرّيح، يدور العضو الدّوار وذلك نتيجة ارتطام الهواء بالريشتين ذوات الشّكل الخاص. وهذا النوع من التوربينات مصمم ليتحمّل التّغيّرات في سرعة أو اتجاه الريح. ومن الممكن تغيير زاوية الريشتين لكي يعمل التوربين بسرعة ثابتة، بغضّ النّظر عن سرعة الرّيح.



شكل رقم (44): التوربينات الهوائيه ذوات المحاور الأفقيه. (المصدر: (http://www.alternative-energy-news.info/technology/wind-/power/wind-turbines

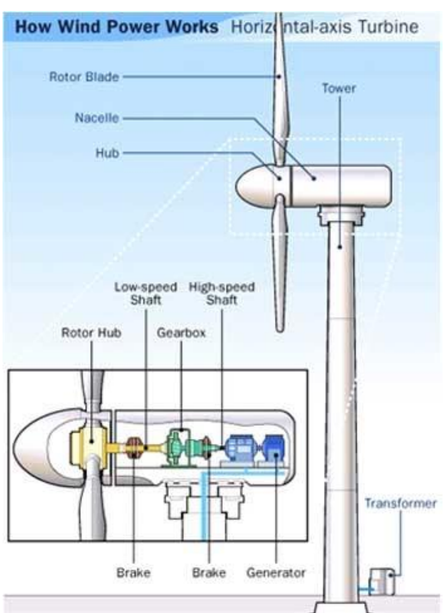
التوربينات الهوائية ذوات المحاور العمودية: طوّر المخترع الفرنسي جورج داريو في العشرينيّات من القرن العشرين توربين هوائي ذي محور عمودي من ناحية الفعاليّة. ويوجد في هذا التوربين ريشتان أو ثلاث منحنية ومتّصلة عند الطرفين بعمود رأسي. ويتأثر توربين داريو بأي ريح تهبّ بغضّ النّظر عن اتجاهها. (انظر الشكل 45)



شكل رقم (45): التوربينات الهوائيه ذوات المحاور العمودية. (المصدر: -http://www.alternative-energy)
/news.info/technology/wind-power/wind-turbines

تتعرض أجزاء التوربينه إلى الكثير من الاجهادات العالية التي سوف توثر عليها إثناء عمرها الافتراضي، لذلك لابد ان تتميز المواد الداخلة في صناعه تلك الأجزاء بمقاومه عاليه للاجهادات، (fatigue) ويجب أخذ اجهاد التعب فى الاعتبار اثناء التصميم كما يجب اخذ الحد الادنى فى العمر اثناء التصميم 30 عام. الاجزاء الاساسيه : (انظر الشكل 46)

- الشفرات Blades
- الصره او المحور hub
- عمود الدوران axial shaft
- البرج tower
- الجسم الخارجى outer body
- القاعده base



الشكل(46): الاجزاء الاساسيه والفرعيه فى التوربينه. (المصدر: (http://www.alternative-energynews.info/technology /wind-power/wind-turbines

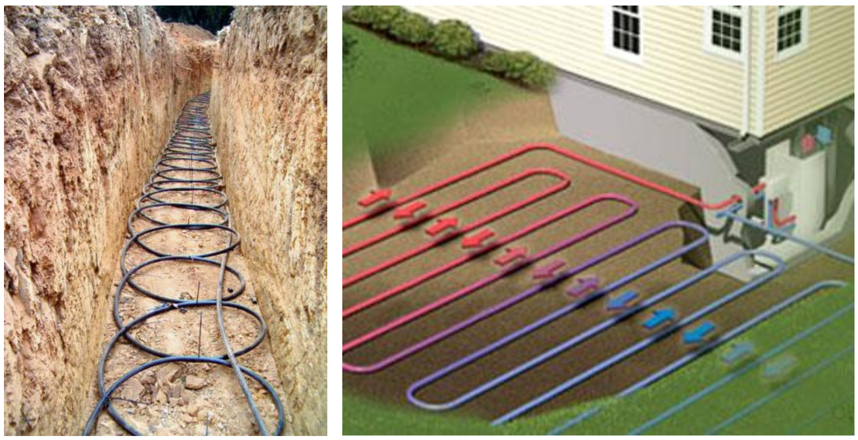
ثبت عمليا أن توليد الطاقة بواسطة توربينات الرياح ما زال يواجه صعوبات وتحديات كبيرة، ما يجعل استخدام الأنواع الأخرى من الطاقة كالنفط أكثر كفاءة. من هذه التحديات هو في كثير من الأحيان لا يتزامن ذروة سرعة الرياح مع ذروة الطلب على الطاقة الكهربائية. على سبيل المثال، في أيام الصيف الساخن في كاليفورنيا وتكساس تكون سرعة الرياح منخفضة، بينما الطلب على الطاقة الكهربائية يكون عاليا بسبب استخدام مكيفات الهواء، ففي المملكة المتحدة مثلا تكون سرعة الرياح. والتحدي الآخر الناتج عن تغير وعدم انتظام سرعة الرياح هو انخفاض كفاءة توربينات الرياح بدرجة كبيرة جدا مقارنة بمصادر الطاقة الأخرى التي تستخدم الوقود الأحفوري، حيث تراوح كفاءة هذه التوربينات بين 20 و40 في المائة في أحسن أحوال التشغيل.

تواجه توربينات الرياح تحديات أخرى هي اختيار الموقع المناسب لإنشاء التوربينات، حيث يكون للموقع أهمية كبيرة في تحديد مدى كون المشروع اقتصاديا بصرف النظر عن توافر الرياح نفسها، حيث إن هناك عوامل أخرى تشمل توافر خطوط النقل، وسعر أو قيمة الطاقة المنتجة في المنطقة، وتكلفة شراء الأراضي، واعتبارات أخرى لاستخدام الأراضي، والأثر البيئي لعمليات البناء والتشغيل.

يدعي مصنعو التوربينات الهوائية بأن أثرها في الحياة البرية قليل مقارنة بغيرها من أشكال النشاط البشري والصناعي. لكن مع ذلك هناك بعض الآثار السلبية على السكان والحياة البرية ينبغي النظر فيها بجدية في مرحلة التخطيط لبناء محطات الطاقة الهوائية. فعلى سبيل المثال مستوى الضوضاء التي تنتج عن التوربينات الهوائية هي من المشكلات التي لا يمكن التغاضي عنها، فالضوضاء التي تصدر من طاحونة واحدة أو من مزرعة رياح لمدة 24 ساعة متواصلة عالية وصاخبة جدا. والتحدي الأكبر لطاقة الرياح هو عدم قدرتها على تزويد قطاع النقل بالطاقة، وهذا يعني أن قطاع النقل سيظل يعتمد على النفط.(ابو الصوف،2009).

- **الحرارة الأرضية Geothermal**

تعبير الحرارة الأرضية يعني حرارة الأرض والأستفادة من حرارة الأرض باستخدام المضخات الحرارية مستغلين ثبات درجة حرارة الأرض أو درجات حرارة المياه الجوفية.(انظر الشكل 47)



الشكل رقم (47): الاستفادة من الحرارة الارضية في التبريد. (المصدر: (http://www.geoairsolutions.com/geothermal

تستعمل المضخات الحرارية الطاقة الناتجة من حرارة الأرض الجوفية في تدفئة أو تبريد البيت أو المبنى، من خلال دورة أو حلقة مبرد مع ضاغط تنتزع حرارة من جانب واحد (الأرض) وتضخها إلى حلقة التدفئة في البيت، ومن حيث المبدأ هي نفس العملية التي تحدث في الثلاجة، فالحرارة المنتزعة عن طريق الضاغط ودورة المبرد داخل الثلاجة أو المجمدة وعكسها إلى البيت.

في الصيف، تعكس المضخة الحرارية دورتها للحرارة الأرضية، ففي نظام التكييف تعكس حرارة البيت إلى الأرض أو المياه الجوفيّة، هذا ما يجعل إختيار المضخات الحرارية للحرارية الأرضية الأختيار الجيد جدا للتدفئة وللتبريد السكني فهما لا يعتمدا على درجات حرارة الجو الخارجية.

المضخات الحرارية تسخن المبنى بشكل كفوء في أيام الشتاء الباردة (درجة صفر المئوي مثلا) إلى درجة 40 درجة مئوية، و بالطبع يجب أن يكون المبنى معزول بشكل جيد وحسن، فالمضخات الحرارية للحرارة الأرضية هي طريقة كفوءة جدا لتدفئة وتبريد المبنى فهي تستعمل **25-50 % أقل طاقة من أنظمة التدفئة و التبريد التقليدية** (Catherine,2001)

4.3.3 اقتصاديات تقنيات الطاقة الشمسية الايجابية (الحديثة)

إن النظرة إلى الجوانب الاقتصادية للطاقة لا تقتصر على حساب التكاليف المادية لإنتاجها فحسب، بل يضاف إلى ذلك حساب التكلفة على المدى البعيد والعمر الافتراضى وكذلك التكلفة التى تترتب على تصنيعه. وعلى هذا فإن تكلفة الطاقة تتضمن تكلفة استخراج المادة الخام، وطرق التحويل إلى صور الطاقة، والأجهزة المستخدمة، وتكلفة الاستهلاك، هذا بجانب تكلفة معالجة الآثار الضارة التى تترتب على عملية الاستخراج والتحويل أو الاستهلاك مثل التخلص من نفايات التصنيع أو معالجة آثار التلوث البيئى الناتج عنها، وما يؤديه من تأثير سلبى على صحة الإنسان وكفاءته فى العمل، وبالتالى إلحاق الضرر بالإنتاج، وما يمكن أن يترتب على ذلك من خسارة مادية والتى وإن أمكن تعويضها فلا يمكن تعويض الخسائر النفسية والصحية. تعد الجوانب الاقتصادية من أهم العوامل التى ترتبط باستخدام تقنيات الطاقة الشمسية الذاتية والنشطة فى عمارة وتخطيط المدن الجديدة، والتى تظهر من خلال القوة التنافسية بين مصادر الطاقة المختلفة، واقتصاديات الطاقة الشمسية مقارنة بباقى هذه المصادر. فيعد الغاز الطبيعى من حيث متطلبات حماية البيئة فى مقدمة مصادر الطاقة، ولكن محدودية الكميات المتاحة منه وطبيعته الغازية لا تساعده على الحلول محل البترول. أما الطاقة المائية فهى محدودة رغم نظافتها، كما يبدو مستقبل الفحم أقل إشراقاً مما كان عليه منذ 15 سنة، نتيجة لزيادة القلق العالمى حول قضية تلوث البيئة. كما انعكس مسار الطاقة النووية على أثر الكوارث النووية التى وقعت خلال الثمانينيات، وبعد أن تبين أن تكلفتها الكلية بما فى ذلك تكاليف التخلص من النفايات ومن المفاعلات بعد تقادمها تزيد كثيراً على ما كان يعتقد من 15 عاماً. (عبدالله،1992) .

وباعتبار المعايير السابقة فإن المقارنة بين اقتصاديات الطاقة الشمسية والمصادر الحالية للطاقة تتضح من النظرة العامة والمستقبلية لعملية إنتاج واستهلاك الطاقة، مما يضع الطاقة الشمسية فى مقدمة المصادر البديلة لما تتمتع به من إتاحية فى كل مكان، وانعدام تكلفة الاستهلاك، بجانب نظافتها بيئياً، ولا توجد أى خطورة فى استخدامها، هذا رغم ارتفاع تكلفة الأجهزة المستخدمة فى تحويلها إلى طاقة حرارية أو كهربائية، والتى يمكن تقليلها مع تطوير الأبحاث فى هذا المجال، والتوسع فى عملية إنتاجها بزيادة الكميات المعروضة منها.

تبرز الأبحاث انه على المدى البعيد، ستكون نتائج التصميم المستدام ذات منافع اقتصادية جوهرية أكبر، فمثلا في صناعة البناء يكون اتخاذ القرارات المتعلقة باسلوب تصميم المبنى كثيرا ما يكون على أساس حساب قيم التكاليف الاولى، في حين تصميم المباني الخضراء يتطلب تكاليف أعلى قليلا، لكن مع ذلك فان التوفير في مدخرات الطاقة وحدها سيكون طوال العمر الافتراضي للمبنى، وتلك التكلفة الاضافية تصبح في المحصلة مدخرات جوهرية ذات قيمة ليست بالقليلة، وهذا لايشمل التوفير في اجور العمالة التي قد أظهرت زيادة من 6% الى 15% في المباني الخضراء (Browing,1995). وهكذا فإن التيار الأخضر في قطاع البناء يعمل على توفير تكاليف الطاقة على المدى الطويل، ففي مسح ميداني أجري على (99 مبنى) من المباني الخضراء في الولايات المتحدة وجد أنها تستهلك طاقة أقل بنسبة (30%) مقارنة مع المباني التقليدية المماثلة. لذا فإن أي تكاليف إضافية يتم دفعها في مرحلتي التصميم والبناء يمكن استعادتها بسرعة. وبالمقارنة بذلك فإن الإفراط في النظرة التقليدية لمحاولة تقليل تكاليف البناء الأولية يمكن أن يؤدي إلى مواد مهدروة وفواتير طاقة أعلى بصورة مستمرة.

ثبت فى مجال الاستخدامات الحرارية للطاقة الشمسية أن استخدامها عند درجات الحرارة المنخفضة والتى تقل عن 100°م يعد من الاستخدامات التى أوضحت فائدتها الاقتصادية مثل تسخين المياه للأغراض المنزلية والصناعية وتسخين الهواء للتدفئة، كما أن السخان الشمسى لا يحتوى على أجزاء متحركة ويمكن اعتباره جهازاً خالياً من المشاكل ويتميز بعمر افتراضى حوالى 15 سنة ولا يحتاج خلال هذه الفترة سوى نظافة سطحه من التراب أو صيانة أجزائه التى تتعرض للصدأ.(صقر،1987).

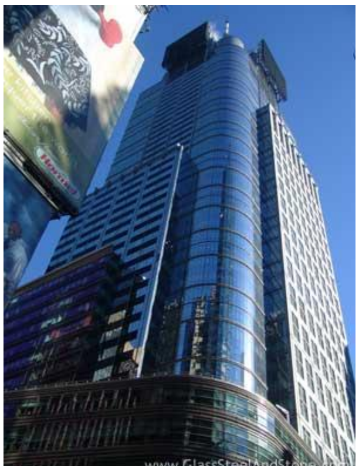
إن تكلفة تحويل الطاقة الشمسية إلى كهرباء بواسطة الخلايا الشمسية مرتفعة، فعلى سبيل المثال يرتفع سعر الخلية الفوتوفلتية المستخدمة فى إنتاج الكهرباء من الشمس بسبب ارتفاع ثمن السليكون المستخدم، إلا أن هذه الخلايا لا تمثل مشكلة فى الصيانة ولا تحتاج إلى قطع غيار بسبب عدم وجود أجزاء متحركة فيها، كما أنه يمكن البحث عن بدائل أخرى للسيلكون أو تطوير نظام العمل بحيث يعتمد على تركيز الأشعة الشمسية لتصغير مسطح الخلية، كما فى حالة التركيز الكهروضوئى، بجانب زيادة المنتج من هذه الأجهزة بقصد تقليل تكلفة التصنيع.

5.3.3 أمثلة على تطبيقات تقنيات المباني الخضراء الحديثة

يهدف هذا الجزء توضيح التقنيات الحديثة (الفعالة) من خلال تطبيقها في المشاريع التالية:

أولا: برج (Conde Nast)

يوجد في الدول الصناعية الكثير من المباني الكبرى التي تجسد مفهوم العمارة المستدامة الخضراء التي تقلل من التأثيرات على البيئة، ومنها مبنى برج (Conde Nast)المكون من (48 طابقاً) في ساحة التايمز في نيويورك، وهو مصمم بواسطة (فوكس وفول معماريون). إنه يعد أحد الأمثلة المبكرة التي طبقت مبادئ العمارة المستدامة الخضراء في مبنى حضري كبير، وقد استعملت فيه تقريباً جميع التقنيات لتوفير الطاقة. **والنتيجة النهائية هي أن المبنى يستهلك طاقة أقل بنسبة (35-40%) مقارنة بأي مبنى تقليدي مماثل** .



شكل رقم (48): برج Conde Nast) (المصدر: Catherine,2001)

ثانيا: برج (The Swiss Re Tower)

ومن الأمثلة الأخرى على العمارة الخضراء برج (Swiss Re Tower) الواقع في أحد شوارع مدينة لندن والمصمم بواسطة المعماري نورمان فوستر وشركاه، ويشير اللندنيون لهذا الصرح المعماري بأنه الإضافة الأحدث إلى خط أفق مدينتهم العريقة، وهذا البرج يتكون من (41 طابقاً). كفاءته العالية في استهلاك الطاقة، **يحقق وفراً في استهلاك الطاقة يصل إلى (50%) من إجمالي الطاقة الذي تستهلكه بناية تقليدية مماثلة.** ويتجلى غنى المبنى بمزايا توفير الطاقة في استعمال الإضاءة النهارية والتهوية الطبيعيتين كل ما أمكن ذلك. (انظر الشكل 49)



شكل رقم (49):برج The Swiss Re Tower) (المصدر: Catherine,2001)

- **التقييم العام للمشاريع**

جدول رقم (6): تقييم المشاريع اعتمدت التقنيات الحديثة.

المشروع		التقييم العام للمشاريع
برج (Conde Nast	التقنية المستخدمة	**تقنيات الشمس النشطة:** • نوعية خاصة من الزجاج تسمح بدخول ضوء الشمس الطبيعي وتبقي الحرارة والأشعة فوق البنفسجية خارج المبنى • خليتان تعملان على وقود الغاز الطبيعي تزودان المبنى بـ (400 كيلو واط). • عادم الماء الحار. • أنظمة التبريد والتكييف. • خلايا كهروضوئية(Photovoltaic Panels) • نظام حساسات الحركة تتحكم بالمراوح والإضاءة
	مميزاتها	• خفض فقدان الطاقة المرتبط بنقل الطاقة الكهربائية • تغذية المبنى بكل كمية الكهرباء التي يحتاجها ليلاً، بالإضافة إلى (5%) من كمية الكهرباء التي يحتاجها نهاراً. • تزود المبنى بطاقة إضافية تصل إلى (15 كيلو واط).
	جوانبها الاقتصادية	• المبنى يستهلك طاقة أقل بنسبة (35-40%) مقارنة بأي مبنى تقليدي مماثل. • نظافة البيئة المحيطة بالمشروع.
	ملاءمتها للمباني	• مناسبة، وخصوصاً فى المناطق النائية والتى لا تتوفر فيها مصادر الطاقة الأخرى.
برج (The Swiss Re Tower	التقنية المستخدمة	**تقنيات الشمس النشطة:** • طبقتين من الزجاج (الخارجية منها عبارة عن زجاج مزدوج)، والطبقتان تحيطان بتجويف مهوى بالستائر الموجهة بالحاسب الآلي. • نظام حساسات الطقس الموجود على المبنى من الخارج ويقوم بغلق الستائر وفتح لوحات النوافذ عند الحاجة. • شكل المبنى فهو مصمم بحيث يزيد من استعمال ضوء النهار الطبيعي، ويقلل من الحاجة للإضاءة الاصطناعية
	مميزاتها	• يراقب درجة الحرارة وسرعة الرياح ومستوى أشعة الشمس. • تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربائية، يمكن استخدامها فى تشغيل الأجهزة المختلفة.
	جوانبها الاقتصادية	• يحقق وفراً في استهلاك الطاقة يصل إلى (50%) من إجمالي الطاقة الذي تستهلكه بناية تقليدية مماثلة.
	ملاءمتها للمباني	• مناسبة، وخصوصاً فى المناطق النائية والتى لا تتوفر فيها مصادر الطاقة الأخرى.

6.2.3 الخلاصة

أصبحت المباني المعاصرة لا تستغني عن استخدام الطاقة لتشغيلها وتهيئتها لتلائم احتياجات قاطنيها. فهي أساسية لإنارة المباني وتشغيل الأجهزة الكهربائية والميكانيكية اللازمة لخدمتها بدءا من مراوح التهوية وانتهاء بالمصاعد في المباني العالية. هذا بالإضافة إلى الطاقة اللازمة لتهيئة المبنى بيئيًا لراحة مستخدميه ولتحقيق وظيفته الأساسية بالكفاءة المتوقعة. ويمثل الارتياح الحراري لقاطني المباني عنصرًا أساسيًا لتحقيق وظائفها التي صممت من أجلها. ولتحقيق ذلك فإن من الضروري إيجاد بيئة ملائمة ذات مواصفات حرارية تتمثل في درجة الحرارة والرطوبة المناسبتين إضافة إلى قدر كاف من التهوية الطبيعية النقية لتحقيق جودة الهواء المطلوبة.

يجب أن تصمم المباني وتنفذ باختيار مواد بناء وطرق تشييد مناسبة للبيئة التي ستنشأ فيها لتحسين تفاعل المبنى مع العوامل المناخية المحيطة به بهدف تحقيق أفضل أداء حراري ممكن. ولكن في المناطق ذات الظروف المناخية القاسية فإن الاعتماد على الوسائل الطبيعية من خلال تصميم الغلاف الخارجي للمبنى لا يكفي لإيجاد أجواء داخلية مريحة دون الاستعانة بوسائل التكييف والتدفئة الميكانيكية وكذلك الحال في المباني التجارية حيث الأحمال الحرارية الداخلية العالية والناتجة عن نشاطات مستخدميها إضافة إلى الإضاءة المكثفة والاستخدام الواسع لأجهزة الحاسبات وما شابهها، فإن التكييف لهذا النوع من المباني يصبح ضروريا على مدار العام حتى في المناطق الباردة.

إن استخدام أجهزة تكييف الهواء الميكانيكية أصبح ضرورة ملحة في مبانينا المعاصرة. ولتقليل الاعتماد على التكييف الميكانيكي مع تحقيق الأداء الحراري الملائم فإن هناك العديد من الاحتياطات التي يجب الاهتمام بها بدأً من تصميم المباني واختيار المواد المناسبة لإنشائها وانتهاء بالتشغيل اليومي لتلك المباني لتحقيق الأداء الحراري الأمثل وبأقل التكاليف المادية الممكنة.

تتلخص تقنيات المباني الخضراء الحديثة بالجدول التالي(7):

الجدول(7): التقنيات الحديثة المستخدمة في بيئة المناطق الحارة. (المصدر: الباحثة).

التقنيات الحديثة			
الرقم	التقنية	سبب الاستعمال	ملاحظات
1	الخلايا الفوتوفولتية	توليد الطاقة	تحتاج الوحدة السكنية (120م2) الى حوالي 3 متر مربع من الخلايا لتوليد الكهرباء اللازمة، تعاني نسبيا من ارتفاع تكلفتها. وانخفض السعر إلى حوالي 40 دولار في سنوات الثمانينيات ثم إلى 4 دولار في الوقت الحاضر.
2	السخانات الشمسية	التسخين	يتم توفير ما يترواح من 60 إلى 70% من الماء الساخن المستخدم في المنازل بدرجات حرارة ترتفع إلى 60 درجة.
3	مراوح الرياح	توليد الطاقة	مشكلة عدم توافق ذروة سرعة الرياح مع ذروة الطلب على الطاقة الكهربائية والتحدي الآخر الناتج عن تغير وعدم انتظام سرعة الرياح انخفاض كفاءة توربينات الرياح بين 20 و40 % في أحسن أحوال التشغيل.
4	المضخات الارضية	التبريد	يسخن هذا الهواء النقي إلى 5 درجات حتى في ايام الشتاء البارد؛ تستعمل 25-50 % أقل طاقة من أنظمة التدفئة والتبريد التقليدية.
5	نظم الإضاءة الشمسية الهجينة	الاضاءة	باستخدام مرايا عاكسة متحركة تبعًا لحركة الشمس، كما تتضمن أليافًا ضوئية لنقل الضوء إلى داخل المبنى لزيادة الإضاءة العادية. تكون هذه النظم قادرة على نقل 50% من ضوء الشمس المباشر.
6	أنظمة تدفئة	التسخين	مقدار الطاقة المستهلكة 28 ٪ للتدفئة.
7	أنظمة تبريد	التبريد	نسبة 66% من إجمالي استهلاك الكهرباء يذهب إلى تبريد المباني خلال شهور الصيف الحارة.
8	الزجاج المضاعف العازل	الاضاءة	المباني بفتحاتها الزجاجية والمباشرة للشمس يمكن أن تنفذ أكثر من 70 % من الحرارة.
9	النوافذ المتحركة اتوماتيكيا	الاضاءة	ذات تكلفة عالية وتواجه مشاكل بالصيانة
10	أنظمة الاضاءة الذكية	الاضاءة	اضاءة داخلية وخارجية تعتمد على تقنية LED تستهلك 80% طاقة اقل من التقليدية. مزودة بأنظم تحكم.

تابع الجدول(7): التقنيات الحديثة المستخدمة في بيئة المناطق الحارة. (المصدر: الباحثة).

11	نظام تهوية ميكانيكية	التهوية	اكبر مستهلك للطاقة في المباني حيث تقوم هذه الأجهزة بتوفير الدفء والتبريد، كما تتحكم بالرطوبة وتعمل على تنقية الهواء والتحكم بضغط المباني التهوية الميكانيكية وهو يمثل نسبة قد تصل إلى 25% من قيمة الحمل الحراري
12	أنظمة تحكم آلية	توفير استهلاك الطاقة	ذات تكلفة عالية.
13	ادوات ومعدات كفؤة للطاقة	توفير استهلاك الطاقة	لترشيد استهلاك الطاقة ، ذات كلفة شرائية اعلى.
14	وحدة معالجة المياه الرمادية	توفير المياه	تشكل المياه الرمادية ما نسبته 60% من مياه الصرف الصحي الاجمالية المنزلية وهذا يوضح مدى أهمية هذه المياه.
15	نظام حساسات الطقس	توفير استهلاك الطاقة	يراقب درجة الحرارة وسرعة الرياح ومستوى أشعة الشمس، ويقوم بغلق الستائر وفتح لوحات النوافذ عند الحاجة.
16	خلايا وقود الغاز الطبيعي	توليد الطاقة	تزود المبنى بـ (5%) من كمية الكهرباء التي يحتاجها نهاراً
17	نظام استرداد الطاقة	التسخين	على تسخين المبنى وتزويده بالماء الحار.
18	مواد بناء ذات طاقة عالية	توفير الطاقة	تركزت دراسات كثيرة على عملية تقدير الطاقة المستهلكة فى إنتاج مواد البناء أن الطاقة المستهلكة في قطع ونشر ونقل الخشب تقدر بحوالى 580وات.ساعة/طن ، وقد تم أخذ هذا الرقم كأساس للمقارنة مع بعض المواد كما يلي: الطاقة المستهلكة لإنتاج الألمنيوم = الخشب × 126 مرة الطاقة المستهلكة لإنتاج الحديد = الخشب × 24 مرة. الطاقة المستهلكة لإنتاج الزجاج = الخشب × 14 مرة. الطاقة المستهلكة لإنتاج البلاستيك = الخشب × 6 مرات. الطاقة المستهلكة لإنتاج الأسمنت = الخشب × 5 مرات. الطاقة المستهلكة لإنتاج الطوب = الخشب × 4 مرات.
19	بناء جاهز	توفير الطاقة	توفير للوقت وللطاقة نتيجة عمليات النقل
20	مواد عاكسة	التبريد	لتقليل الإشعاع الشمسى المكتسب فى المناطق الحارة.

4. الفصل الرابع: دراسة أمثلة من المنطقة العربية

1.4 المعالجات الخضراء في العمارة العربية التقليدية

1.1.4 المقدمة

دخل مفهوم "العمارة المستدامة الخضراء" حيز الاستعمال والرواج والانتشار في الأوساط المهنية في قطاعات صناعة البناء والتشييد في الدول الصناعية المتقدمة فقط في التسعينيات من القرن المنصرم، ولكن جذور هذه الحركة يمكن تتبعها لسنوات طويلة في العصور الماضية. فقد كانت الموارد المتاحة بما فيها الأرض ومواد البناء المحلية تستغل بكفاءة عالية، كما أنها قدمت معالجات بيئية ذكية أسهمت إلى حد كبير في خلق توافق بيئي بين المبنى والبيئة المحيطة، ومن تلك المعالجات العناية بتوجيهات المباني، وتوظيف طبوغرافية الأرض، واستخدام الأفنية الداخلية، والعرائش، والمشربيات، وملاقف الهواء، والعناية بأشكال وأحجام النوافذ والفتحات، والحوائط السميكة، والاعتماد على المواد المحلية كالطين والخشب، وجعل المباني متلاصقة ومتقاربة، بالإضافة إلى استغلال وتوظيف العناصر النباتية في التكييف البيئي والتقليل من وطأة الظروف المناخية.

ان الطابع المعماري للمدينة قد تأثر أيضا بالمقومات الثقافية والاجتماعية للسكان مع تفاعلها بالعوامل المناخية والطبيعية التي تقوم عليها، وبالتالي فان الهيكل العمراني للمدينة العربية يعكس وبمنتهى الدقة والوضوح الصورة الحقيقية لتلك العوامل، ويرتبط مخطط المدينة العربية بالتكنولوجيا المعمارية للمباني وما تكونه من فراغات وما يظهر فيها من عناصر معمارية. لقد كان للتخطيط العمراني المتضام والمتلاحم في المدينة العربية أثره الهام بتقليل مساحات الأسطح والجدران المعرضة للشمس الى حد كبير، وقد أثبتت الدراسة التي أجراها العالم (مارتين ايفانز) ان المباني ذات الأفنية الداخلية والواقعة ضمن النسيج المتضام في المدينة العربية هي من أقل أشكال المباني تعرضا لأشعة الشمس المباشر عبر أسطحها وجدرانها. فقد كان بناء المسكن العربي مميزا ومعروفا في كامل المنطقة العربية التي تتمتع بشكل عام بمناخ حار وجاف تقريبا، فجاء النموذج العربي لبناء المساكن موافقا لهذا المناخ. وأهم ما يميز المسكن العربي هو وجود الفناء الداخلي الذي يلعب دورا كبيرا في تنظيم الحرارة وحركة الهواء والرطوبة والتشميس داخل المسكن.

2.1.4 العمارة العربية التقليدية والاستدامة

لا يعتبر مفهوم الإستدامه مصطلحا جديدا أو مبتكرا، بل هو مفهوم جسدته العمارة التقليدية في مختلف أرجاء العالم منذ القدم عبر التوافق العفوي المترابط مع البيئة والاستغلال الكفء لمصادر البيئة الطبيعية وفق تطور حثيث من التجربة والخطأ على مر السنين. في الماضي كانت العمارة الوسيلة الأساسية التي أبتكرها الإنسان لحمايته من ظروف البيئية الخارجية وذلك بالاعتماد على الطاقة الذاتية باستغلال مصادر الطاقة الطبيعية كالشمس والرياح وإمكانيات التربة.

إن التصميم المستدام المتوافق مع البيئة ليس فكرة جديدة بل إنها أقرب ما تكون فكرة ضائعة في الوقت الحاضر، تتكامل عناصر التصميم المستدام مع الفكر التصميمي للعمارة التقليدية، التي تم اختيارها وأثبت نجاح حلولها عبر فترات طويلة من التجربة والخطأ **باستخدام مواد البناء المحلية وبتقنيات بسيطة مدروسة لكنها نابعة من بيئتها المحلية**. منذ قديم الزمان حيث كان الإنسان يعيش في الكهوف مستفيدا من تطوير الموارد الطبيعية والتكيف مع البيئة لتحسين مستوى المأوى الذي يحميه. كان التكيف يحدث ضمن مبادئ الاستدامة لأنها اعتمدت على الموارد المتاحة والتقنيات النابعة من البيئة حيث كانت الحلول فعالة ومتفاعلة مع البيئة والموارد المتوفرة دون الحاجة إلى تحويلها أو السيطرة عليها، وتعتبر المدينة العربية بنسيجها المتضام التقليدي أفضل مثال على تطبيق مفهوم الاستدامة على مستوى المدينة ككل، فتخطيط المدينة ومعالجة مسارات الحركة من حيث العرض، الشكل الطول، التوجيه وتغيير الاتجاه يمثل الحركة الأساسية للتكيف مع البيئة، يؤدى النسيج المتضام إلى تلطيف مؤثرات المناخ القاسية والتخفيف من أثرها خاصة درجات الحرارة على الأبنية خاصة الوحدات السكنية.

تحقق توافق المسكن مع البيئة، بكل إيجابياتها وسلبياتها **وفق استراتيجيتين هما: الحماية والتكيف**. الحماية كانت بالحد من تأثير ظروف البيئة الطبيعية القاسية كالمناخ الحار وقلة الرطوبة النسبية في بعض المناطق وارتفاعها في مناطق أخرى، أما التكيف فكان باستغلال الإمكانيات الكامنة لهذه الظروف القاسية والتعامل معها بما يحقق الراحة الحرارية. وتتكرس المناحي البيئية للعمارة التقليدية بالصيغ التالية :

1. تقليل الأسطح الظاهرة من المباني وكذلك معدل الانتقال الحراري وذلك بمراصفة البناءات في مجموعات وكتل.
2. الاستفادة من التباين في درجات الحرارة باستعمال الطين أو الطوب في بناء حيطان سميكة مع تقليل عدد الفتحات، وبذلك حدوا من تبادل الطاقة مع الهواء الخارجي والحد من تسرب وتجمع الغبار.
3. عمل صهاريج عميقة في الأرض لحفظ المياه.
4. الحد من معدلات اكتساب الحرارة الشمسي، وذلك ببناء أفنية عميقة تحيط بها الغرف ويتم تشجيرها. وكذلك الاحتفاظ بهواء الصباح البارد عدة ساعات والتقليل من تأثير الرياح المحملة بالأتربة وباستعمال الأسوار العالية والتي توفر قدرا من الظلال المرغوب بها.
5. استعمال (الملاقف أو البادكيرات) أو (البقدش) في الخليج.
6. استعمال السراديب التحت أرضية.
7. استعمال السقوف المقببة من اجل الزيادة من معامل الانتقال الحراري، بما يحتم شفطا للهواء الساخن في أعلى القبة. وتستعمل في المناطق التي تسودها الرياح فتحات التهوية الطبيعية بدلا من البادكيرات.
8. استعمال الطاقة الشمسية في الغرف المصممة للأشغال الشتوية وخزنوا الطاقة في الحيطان والسقوف، وجعل التدفئة في الشتاء تتم في الحجرات المستعملة للسكن والنوم فقط من اجل الاقتصاد في الطاقة. (ثويني،2008).

ادرك المعماري المسلم ومنذ زمن بعيد أهمية تهيئة المناخ الملائم باستخدام الطاقة التى توفرها البيئة الطبيعية المحليه، كما اتقن استغلال التهوية الطبيعية لغرض تبريد جسم الانسان، فنرى بعمارتنا التراثية العديد من المعالجات المعمارية التي اختلفت باختلاف الظروف المناخية المكانية، كما نجدها قد اختلفت باختلاف معدل الرطوبة بالمكان حيث ان درجة الحرارة وطبيعة الرياح متشابهة تقريبا بالمنطقة – ومن هنا يمكن ان نقسم تلك المعالجات تبعا للمناخ السائد الى نوعين:

1- معالجات معمارية للمناطق الحارة الجافة:

تكون الحاجة بالمناطق الجافة للاحتفاظ بالرطوبة داخل الحجرات مع خلق تيار هواء بارد وحماية الحجرات من انتقال الحرارة الخارجية لها هي اساس المعالجات المعمارية التي لجأ اليها المعماري فنجد بهذه المدن الجافة المعالجات المعمارية التالية:

أ- للحماية من الحرارة الخارجية فقد تلاصقت مبانيها للتقليل من عدد حوائط المبنى المعرضة لاشعة الشمس والحرارة الخارجية ، كما نجد ان زيادة سمك الحائط قام على تخزين الحرارة بالنهار وفقدها بالمساء قبل ان يبدأ وصولها للحجرات.

ب- صغر حجم الفتحات بالواجهات الخارجية وندرتها احيانا ويلاحظ ذلك اكثر بالمناطق الصحراوية لحماية داخل الحجرات من الرمال وفقد الرطوبة.

ت- زيادة ارتفاع سقف الحجرات للاستفادة من خاصية هبوط الهواء البارد والرطب وصعود الهواء الحار.

ث- توظيف الفناء الداخلي كمصدر تهوية طبيعية بحيث يتم هبوط الهواء البارد ونجد احيانا استغلال الماء والزراعة لزيادة برودة ورطوبة الهواء بالفناء ومن ثم يتم سحب الهوء البارد من الفناء الى كافة الحجرات التي تكون منفتحة عليه بنوافذ او مشربيات كبيرة.

ج- استخدام الشخشيخة التي تعتبر من الحلول العبقرية التي توصل إليها المعماري المسلم فمن المعروف أن الهواء الساخن يصعد إلى أعلى والبارد يهبط إلى أسفل كما ان حركة الهواء الخارجية بقمتها يخلق فرق ضغط يساعد اكثر على سحب الهواء من الداخل، وبالتالي فإن وجود هذه الشخشيخة مع المشربية التي تنفتح على الفناء الداخلي يضمنان التجديد المستمر لهواء الحجرات واحتفاظها أيضا بهواء لطيف رطب معظم الوقت.

ح- وهنالك عنصران آخران وجدت بهما اختلاف بالمفهوم بين المعماريين العرب وهما الملقف والبرجل، وقد شاع استخدام العنصرين ببلادنا ولكن تميز الملقف بان وجد بالمناطق الجافة والرطبة بينما البرجل وجد بالمناطق الرطبة فقط .

2- معالجات معمارية للمناطق الحارة الرطبة :

ينعكس معنا الوضع بالمناطق الرطبة حيث تكون الحاجة للتخلص من الرطوبة داخل الحجرات وتشترك مع المناطق الجافة في الحاجة لخلق تيار هواء بارد وحماية الحجرات من انتقال الحرارة الخارجية لها هي اساس المعالجات المعمارية التي لجأ اليها المعماري فنجد بهذه المدن الرطبة المعالجات المعمارية التالية:

أ- للحماية داخل المبنى من الحرارة الخارجية تم زيادة سمك الحائط الخارجي للمباني والذي يقوم على تخزين الحرارة بالنهار وفقدها بالمساء قبل ان يبدأ وصولها للحجرات، وببعض المناطق نجد استخدام تكسيات خشبية (رواشين ومشربيات) تغطي معظم الواجهة لحمايتها من التسخين بواسطة اشعة الشمس المباشرة.

ب- كبر حجم الفتحات بالواجهات الخارجية وخصوصا بالأدوار العليا - وذلك للاستفادة من تيار الهواء العالي والذي يكون اسرع وابرد ويساعد على تجديد الهواء بشكل سريع للتخلص من الرطوبة اضافة الى تبريد الجسم حيث أن زيادة سرعة الهواء يرتفع معدل إنتقال الحرارة من الجسم إلى البيئة المحيطة، كذلك تزيد سعة البخر للهواء أي كمية بخار الماء أو الرطوبة التي يستوعبها الهواء، ومن ثم يزيد التأثير التبريدي الذي يحدثه بخر العرق على الجلد، و التخلص من الرطوبة. ومنها أيضاً تبريد المنشأ، إذ يختلط الهواء الخارجي الداخل بالهواء الداخلي فتنتقل الحرارة بينهما طبقاً للفرق بين درجتي حراراتيهما .

ت- انخفاض ارتفاع سقف الحجرات لتقليل حجم الهواء بالحجرة لتسهيل عملية تجديده (للتخلص من الرطوبة بأسرع وقت).

ث- توظيف الفناء الداخلي كمصدر تهوية طبيعية من خلال عمليتين:

- استخدامه كملقف للهواء حيث يتم هبوط الهواء البارد الية من الاعلى وتوجية الفتحات نحوه باتجاه الرياح السائدة.
- ويستخدم ايضا لتفريغ هواء الحجرات التي يتم تزويدها بالهواء بواسطة ملقف او برجل خاص .

3.1.4 المعالجات البيئية في التراث العمراني

نجد أن التراث العمراني في بلادنا ينتمي إلى طرز تهتم بأن يكون نتاجها نابعاً من وعي كامل لخصائص بيئته، وحرص كبير على الاتساق معها. ولهذا فقد كانت طبيعة المناخ إحدى العوامل المهمة التي يراعيها المسكن العربي القديم. من دون اللجوء إلى آلات التبريد الصناعية، كان تصميم هذا المسكن يوفر لساكنيه الجو المعتدل، يحميهم من حرارة الشمس خلال ساعات النهار، في نفس الوقت الذي يسمح لهم بالاستمتاع بالنسائم الباردة خلال ساعات الليل، وهو مع ذلك لم ينتصر للوظيفة على حساب الذوق، ولم يغلب المضمون على الشكل، وإنما راعى الجمال والعملية معاً بالقدر نفسه، ولم يعرف الفصل بينهما. فكان المسكن العربي القديم يتفهم حاجات سكانه، ويحرص على توافقه معهم ومع بيئتهم. على عكس مساكننا الحديثة التي تتبع فكراً معمارياً قمنا باستيراد قوالبه الجاهزة كما هي، من دون البحث عن مدى ملاءمتها لنا. **فقد تعاملنا مع مبادئ العمارة الغربية الحديثة وكأنها حقائق علمية لا تقبل النقاش، في حين أن العمارة أحد أوجه النشاط البشري التي لا يمكن تجاهل مكونها الثقافي، ولا يمكن عزلها عن السياق الفكري الذي خرجت من تحت عباءته.**

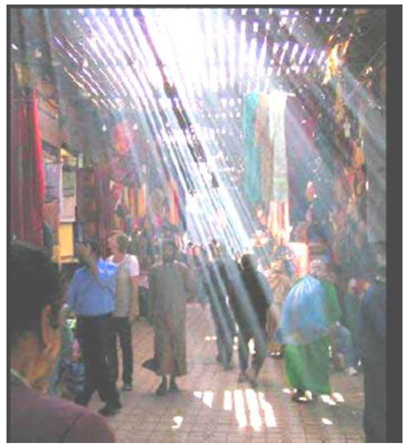
ومن المعالجات البيئية التي استخدمت لمراعاة طبيعة المناخ في المنطقة ما يلي:

- **أولا: توفير الظل في المدن**

كانت الطرقات والممرات محتواة في نسيج عمراني كثيف العمران ومتراص ومتجاور في النظام المتضام .يرى Konya مؤلف كتاب Design Primer for Hot Climate أن البيوت في المناطق الحارة الجافة تجمع متجاورة قريبة من بعضها البعض لتوفير الظل لبعضها البعض وتوفير الظل للطرق الضيقة بينها والبراحات. وإضافة الى ذلك فإن في هذه المناطق الميل لاستخدام أفنية داخلية صغيرة وبرواق ذو عقود توفر الخصوصية والظل غالب اليوم، هذه البنية العمرانية ساهمت في وفرة وكثافة الظل في القطاع السكني، وليس هذا فحسب بل برزت عناصر عمرانية توفر الظل على الدوام مثل السباطات (Konya,1984).

تعاملت الأماكن التجارية مع الشمس وأشعتها وحرارتها. الأماكن غشاها الظل حتى في فترة الحرارة العالية من النهار –الظهيرة– فكانت لا تتأثر وتغلق الأبواب بل كانت تبقى بنفس النشاط الكامل الوظيفة. فهناك معالجات مختلفة بالمظلات وغيرها كعناصر ظلية أفقية ورأسية حافظت على الإتزان

الظلي في الموقع. لقد كان النظام العمراني يحمي جميع الأماكن من الشمس، فمدن الأمس كانت تهتم بالظل وتهتم بوفرته في كل أجزائها الطرقات والأسواق والمساكن فضلاً عن غيره من التكوينات العمرانية (الناجم،2002). أحمد فريد مؤلف الجارودية يؤكد ذلك "تعتبر نسبة تغطية الأرضي من العناصر المهمة في تنظيم المدينة الإسلامية حيث يتطلب المناخ الحار بصفة عامة توفر الظلال".



شكل رقم (50): وفرة وكثافة الظل في المناطق التجارية القديمة. (المصدر: Konya,1984)

ويمكن أن تلاحظ هذا التنظيم الدقيق من أجل توفير الظل بكثافة عالية داخل المدينة التقليدية الخليجية مثلاً المحرق القديمة بمملكة البحرين وفي الكوت بمحافظة الأحساء بالمملكة العربية السعودية وغيرها من مدن الخليج التقليدية. فحول التصاميم العمرانية للمستوطنات الخليجية التقليدية يؤكد مؤلف المدينة العربية الخليجية، حسن خياط " أن البيئة الطبيعية لعبت دوراً هاماً ليس في تحديد موقع المستوطنات وحسب، وإنما في تخطيطها أيضاً. فقد تفهم المصمم بأنه من الطبيعي لأي كائن بشري يعيش في منطقة حارة صحراوية متطرفة في خصائصها المناخية كمنطقة الخليج العربي، أن يتجنب أشعة الشمس القاسية والحرارة الشديدة. فعمل المصمم على تضييق الشوارع والطرقات والأزقة والممرات وجعلها ملتوية ومتعرجة ".(والي،1999). لقد كان الثراء بالظل أهم مظاهر مدن الأمس، فكانت الحماية من الشمس والبحث عن الظل وتوفيره بكثافة من أهم مظاهرها. وأما مدن اليوم فإن لها مظاهر مختلفة عن مدن الأمس، بل ومعاكسة تماماً وسلبية كثيراً. وتتمثل هذه المظاهر على العموم في تجاهل البيئة المناخية والتي تظهر بوضوح في تجاهل الظل فيها والبحث عن الشمس، بطرق مختلفة أهمها التعرض والانكشاف المباشر للشمس، والتوجه نحو الانفتاح على الخارج لمختلف المباني السكنية والتجارية والمكتبية.

- **ثانيا: توفير الظل في المباني**

راعت عمارة الظل إسقاط الظل بين الوحدات السكنية والمباني المختلفة، وعلى ممرات المشاة في الطرقات، أو بين مجموعات من المباني تضمها منشأة واحدة وذلك بتغطيتها عن طريق استخدام عناصر معمارية، أو بواسطة مظلات مستقلة أو عناصر طبيعية كالأشجار وبذلك يتم توظيف الظل في الممرات.

يتم توفير الظل في المباني السكنية، عن طريق استخدام عناصر معمارية كالبروزات والتجاويف والمظلات التي تحيط بفتحاتها وتكسوها بطريقة تتباين بين المناطق المشمسة والمناطق المظللة، ويجب أن يتم تصميم المبنى بحيث تتجه واجهاته نحو الظل. إذ أن **أعلى شدة للإشعاع الشمسي الساقط في الصيف تحدث على الجدران الشرقية والغربية. وهذا النمط من الإشعاع الشمسي، يعني ضرورة تفضيل الاتجاهات الشمالية والجنوبية للواجهات الرئيسية، خصوصاً للنوافذ**. أما الجدران الشرقية والغربية التي تستقبل أعلى قدر من أشعة الشمس وحرارتها، فيمكن الحد من قدرتها على امتصاص الحرارة بواسطة استخدام عناصر معمارية مظللة، أو طلائها بألوان فاتحة تعكس أشعة الشمس الساقطة عليها.

ويمكن معالجة المباني المكتبية بأسطحها الزجاجية المنفذة لأشعة الشمس، بجعلها تغور داخل عناصر المبنى كامتداد بلاطة السقف، أو باستخدام بروز من كاسرات أشعة الشمس الأفقية أو العمودية أو المركبة الخرسانية أو غيرها. أما المعارض التجارية والتي يستدعي تصميمها اتصال الداخل بالخارج وبالتالي استخدام مواد شفافة تبرز المعروضات مثل ألواح الزجاج، فيمكن أن تغور واجهاتها في مناطق مظللة. فتحل بذلك مشكلة انكشافها لأشعة الشمس، ونتمكن بالتالي من الاستفادة من الزجاج الذي يشكل أحد أهم عناصر العمارة الحديثة، وتوظيفه، من دون تحمل سلبياته.

- **ثالثا: التبريد والتهوية الطبيعيين**

كما تقف فكرة عمارة الظل على الجسر الذي يربط التراث المعماري بالاتجاهات الحديثة المعاصرة، تقف فكرة أخرى هي استخدام وسائل التهوية والتبريد الطبيعية في العمارة. كانت البيوت في الماضي تشيَّد بحيث تعتمد في تهويتها على التهوية الطبيعية، وكانت النسائم دائماً مستحبة، لأنها كانت الوسيلة الوحيدة للتبريد وكسح الهواء الساخن الراكد. ويحفل تراثنا المعماري بالأدوات التي صممت للاستفادة من تبريد النسائم الطبيعي. وقد استوحت العمارة الحديثة هذه الأدوات، وعملت على تطويرها، وإعادة إنتاجها بأساليب تعتمد على التقنيات الحديثة، وبتصاميم عصرية جذابة لتقديم أنظمة تهوية وتبريد تعتمد على استغلال الهواء الخارجي، بعد تبريده طبيعياً، لخفض درجة الحرارة داخل المباني، بدون استخدام الطرق الميكانيكية المعقدة التي تدار بالطاقة الكهربية مثل مكيفات الهواء المعروفة. ومن أهم هذه الأدوات الفناء وبرج التبريد الطبيعي.

يعتبر فناء المنزل أحد العناصر المعمارية التي شاع استخدامها في العمارة العربية القديمة، وهو يعبِّر عن واحد من أهم المبادئ التي راعتها تلك العمارة وهو مبدأ التوجه للداخل. إذ يتم بناء المسكن بحيث تتوجه فتحاته نحو الفناء الداخلي الذي يوفر الظل والهواء النقي المعتدل، على عكس مبانينا الحديثة التي تتوجه نحو الخارج حيث الشارع بحرارته وغباره وضجيجه.

يوفر الفناء التهوية والتبريد الطبيعيين للمسكن، إذ يعمل كخزان تبريد يتجمع فيه هواء الليل معتدل الحرارة في طبقات، ثم ينساب إلى الحجرات المحيطة فيبردها. وفي الصباح تبدأ حرارة الهواء الذي تظلله جدران الفناء الأربعة وكذلك هواء الحجرات المحيطة في الارتفاع تدريجياً وببطء، ولذلك تظل حرارتها معتدلة نسبياً في الوقت الذي تغمر فيه أشعة الشمس أرجاء المسكن. ومع تقدم المساء يتصاعد هذا الهواء الدافئ إلى الأعلى ويحل محله هواء الليل الأكثر اعتدالاً في حرارته. ويمكن زيادة فعالية الفناء عن طريق إتاحة مساحات واسعة من الظل خلاله، ويتم ذلك بعدة طرق منها زيادة ارتفاع المبنى المحيط بالفناء، فكلما زادت نسبة ارتفاع المبنى المحيط بالفناء إلى عرضه عند مستوى السقف، كلما قلت أشعة الشمس المتغلغلة إلى مستوى أرض الفناء، كذلك يمكن توفير الظل باستخدام عناصر معمارية كالسقوف البارزة أو البلكونات، أو استخدام أغطية السقف القابلة للانسحاب، أو اللجوء إلى عناصر التظليل الطبيعية كالأشجار.

أما فكرة أبراج التبريد الطبيعي، فهي تعتمد على واحدة من العناصر المهمة في التراث المعماري وهي الملاقف أو أبراج الهواء، في المباني القديمة في اليمن وعسير ودولة الإمارات، وفي إيران ومصر والسودان، نجد أبراجاً صُممت لتستقبل الرياح وتحولها إلى داخل البيت. فالهواء الساخن، وهو أخف من البارد، يتجه صاعداً إلى أعلى البرج، فيستدرج الهواء البارد إلى داخل البيت، لينشأ تيار مبرد (يكيف) المبنى بطريقة طبيعية. وكان البناؤون يجعلون واجهة برج التهوية في مقابل الشمال لاستقبال الهواء البارد الآتي من البحر المتوسط. وفي بعض الحالات كان سكان البيت يعلقون قماشاً مبلولاً في أعلى البرج، فإذا تبخر ماؤه ازدادت برودة النسيم الداخل. وكانت بعض الأبراج تزود بشبك من السلك الناعم أو الخشن لتنقية الهواء من الأتربة والشوائب والحشرات، والبعض الآخر كان يُزود بكميات من الفحم المحروق الذي يساعد على امتصاص الروائح الكريهة من الهواء. (الناجم،2008)

وفي عصرنا الحاضر أدخلت العمارة الحديثة الكثير من التطوير على الفكرة، لتقديم نظام أبراج التبريد الطبيعي التي تعتمد على إدخال الهواء الساخن الجاف عبر فتحات ضيقة، إلى عنصر التبخير المسؤول عن خفض درجة حرارة الهواء، وبالتالي، ينساب الهواء البارد إلى أسفل البرج نتيجه زيادة كتلته، ليصل إلى الفراغ المراد تبريده.

ليس بإمكان أحد أن يشكك في مدى الكفاءة التي تتمتع بها نظم أبراج التبريد الطبيعي، وقدرتها على إحداث فارق حقيقي في درجات حرارة المباني التي تزود بها، خلال فصل الصيف الحار. وهو الأمر الذي أدى إلى اعتمادها في الكثير من التصاميم المعمارية الحديثة للأبنية السكنية ، بالإضافة إلى عدد من المنشآت مثل مبنى وزارة المعارف، ومركز التعمير الأول بمدينة الرياض. وفي مدينة دبي استخدم مجمع فندق مدينة الجميرة أبراج التبريد الطبيعي لإحياء فن المعمار التقليدي القديم على مقاس كبير، فقد كانت أبراج الهواء عنصراً أساسياً في مباني المدينة القديمة، حتى أن دبي كانت تبدو فيما ما مضى غابة من هذه الأبراج.

- **رابعا: العزل الحراري**

يقدم العزل الحراري فوائد كبيرة حين تطبيقه، أهمها تحقيق الراحة لمستخدمي المنزل. فقد ذكرت بعض الدراسات أن درجات **الحرارة في المنازل المعزولة عزلاً كاملاً انخفضت من 10 – 15 درجة** في الصيف بالمقارنة مع المنازل غير المعزولة. كما أن العزل الحراري يؤدي وبشكل ملحوظ إلى تقليل قيمة فاتورة استهلاك الطاقة الكهربائية على صاحب المنزل في فصل الصيف. إذ يقل الاعتماد الكلي على أجهزة التكييف لتوفير درجة حرارة مناسبة، ويسمح ذلك باستخدام أجهزة تكييف ذات قدرات أصغر، وبالتالي تقل تكاليف استهلاكها للطاقة. ويمتد هذا التأثير إلى خفض استهلاك الطاقة على مستوى الدولة، وتخفيف الضغط على أحمال شبكات ومحطات الكهرباء بها. وتشير الدراسات في هذا الصدد إلى أن تطبيق **استخدام العزل الحراري في المباني السكنية والمنشآت الحكومية والتجارية والصناعية يقلل من استهلاك الطاقة الكهربائية بمعدلات قد تصل إلى 40%.**
كما يعمل العزل الحراري على حماية المبنى من الإجهاد الحراري الناتج عن الفرق الكبير بين درجات الحرارة المرتفعة جداً في النهار، والمنخفضة نسبياً خلال فترة الليل. هذا التفاوت الذي يؤدي تعرض المبنى له باستمرار إلى اختلال في الخواص الطبيعية والميكانيكية لطبقة السطح الخارجي، وهو ما يتسبب في حدوث تشققات بها، وتصدعات وشروخ في هيكل المبنى. (الناجم،2008)

إن العزل الحراري للمبنى هو تطوير لما كانت عليه العمارة القديمة من انتقائية في مواد البناء. فقد كانت جدران المنازل تبنى أساساً من طبقات سميكة من الطين المعروف بمقاومته العالية لنفاذ الحرارة، وكانت الأسقف المدعمة بالأخشاب، تتغطي كذلك بطبقات من الطين، لمنع حرارة الشمس من الدخول للمبنى عن طريق الأسقف والجدران. وإن كنا الآن لن نستطيع الاستغناء عن مواد البناء الحديثة التي تجمع الحرارة وتخزنها داخل المنزل، إلا أن عزلها حرارياً يسمح لمبانينا بالاستفادة من ميزاتها، في الوقت نفسه الذي يحد فيه من قصورها في الطريقة التي تتعامل بها مع حرارة الشمس. إن من أهم ما يمكن أن نستفيده من مبادئ المدينة التقليدية لترشيد الطاقة الكهربائية هو عنايتها بالظل في جميع أجزائها ومكوناتها ونسيجها العمراني.

خامسا: التخضير

تعمل المناطق الخضراء إضافة للفوائد الصحية على تنقية الهواء من الغبار والأبخرة والمخلفات العديدة العالقة به، كما أن لها تأثير مباشر في تلطيف الجو وتحسين المناخ المحلي خاصة في المناطق الحارة، إضافة للأثر النفسي الجيد وكذلك التأثير الاجتماعي للمناطق الخضراء خاصة على مستوى المجموعات والمجاورات السكنية فهي ضرورية لخلق نوع من التقارب والترابط الاجتماعي بين الأسر المختلفة. وفي المباني القديمة كان الفناء الداخلي هو المكان الأمثل لتواجد حديقة المبنى أو المسكن، وأصبحت هذه الحديقة إلى جانب تأديتها وظيفة هامة وهي المساهمة في تلطيف درجات الحرارة الداخلية للمسكن فقد كانت المكان الرئيسي لمعيشة الأسرة ولعب الأطفال حيث الهدوء والأمان والخصوصية المرغوبة، فالحديقة كانت في قلب المسكن أو المبنى.

وبصفة عامة فإن أي حديقة، تتألف من العناصر الرئيسية التالية:

- الأشجار والنباتات : من أجل إيجاد المتعة البصرية وتوفير الظلال إلى جانب إمكانية الحصول منها على الفواكه والخضروات، أو استخدام الأشجار كسور يحمي الحديقة من أعين المتطفلين وللحماية أيضا.

- الماء : ويتم استخدامه في الحديقة بأشكال متنوعة على هيئة مسطحات مائية مظللة بالأشجار أو على شكل نوافير تساعد على تحريك الماء حتى لا يعمل كسطح عاكس للأشعة الشمسية في حالة وقوعها على الماء، أو على شكل شلالات أو أنابيب علوية يتساقط منها الماء إلى جانب مساهمته في تلطيف وترطيب الجو.

- المجالس المظللة والمكشوفة : حيث تستخدم الأماكن المظللة بالأشجار أو البرجولات أو على هيئة أكشاك خشبية في أثناء الأوقات المشمسة والحارة.

- الأرضيات : يراعى اختيار أرضيات الممرات بالحدائق من مواد لا تحتاج إلى صيانة كبيرة وسهلة التنظيف إلى جانب أنها لا تساعد على انعكاس الأشعة الشمسية الساقطة عليها بل تمتصها مما يساهم في تخفيف الإشعاعات الحرارية على حوائط المباني المجاورة لها.

4.1.3 العناصر المعمارية البيئية في العمارة التقليدية

ومن هذه **العناصر المعمارية البيئية القديمة** ما يلي:

- **أولا: الفناء**

الفناء أو الحوش أو الباحة أو سط الدار، وهو من العناصر المميزة للعمائر الإسلامية التي ألغتها الحداثة المعمارية، وأستبدلتها بالنوع المتضام الوارد من بيئات المناطق الباردة. والفناء في اللغة هو السعة أمام العقار سواء كان بيتا أو غرفة من الدار أو الدار نفسها. والفناء تقليد معماري وارد من الميراث المحلي ومكثت جدوى هذا العنصر التخطيطي مناخية ثم اجتماعية ونفسية. والحوش ساحة وسطية سماوية تفتح عليها حجرات المنزل وليس على الخارج أو حتى على ممرات تحيط بالجنان كما في قصر الحمراء على النظام المسمى(أتريوم). ويعتبر الفناء قلب الدار وجزءا أساسيا في ظاهرة (التدرج الفضائي) من الفضاء العام الذي هو الزقاق، والفضاء شبه العام هو بهو الدخول /المجاز أو السقيفة، والفناء يمثل الفضاء شبه الخاص، والغرف هي الفضاء الخاص. وهذا التدرج نفتقده في الدور الحديثة، حيث يلاحظ اتصال فضاء المعيشة مباشرة، مع الباب الرئيسي، وهو مدعاة في عدم الشعور بالراحه والخصوصية. (ثويني،2008).



شكل رقم (51): الفناء. (المصدر: الريحاوي،1999)

ان الفناء كحل معماري ملائم للاقاليم الواقعة حول خط الاستواء الحراري الذي يمر بالأقاليم الصحراوية والحارة والجافة، اي بين خطي عرض 15-37 شمال جنوب خط الاستواء الجغرافي، حيث تقع النسبة العظمى من البلاد العربية التي لازمت الأفنية الداخلية عمارتها وعمرانها التقليدي ويعتبر الانغلاق المعماري والتوجه نحو الداخل حيث الأفنية الداخلية وتقليل مساحة الأسطح أساسيات العمران في المنطقة الحارة الجافة والتي تشكل النسبة العظمى من المنطقة العربية، حيث اثبتت

التجارب ان المباني ذات الفناء الداخلي هي أكثر أشكال المباني تلاؤما مع بيئة المناخ الحار الجاف. لقد تم استخدام الفناء في فتح النوافذ والمظلات للأجنحة المختلفة المطلة عليه تجنبا لعدم فتحها على الشوارع الخارجية بدرجة كافية للتهوية والاضاءة والاطلالة كما انه استخدم كعنصر اتصال وحركة للربط بين أجزاء مختلفة بالاضافة الى استخدامه في الاغراض المعيشية المتنوعة.

ويعالج الفناء الظروف البيئية من خلال:

أ. التنظيم الحراري والتهوية:

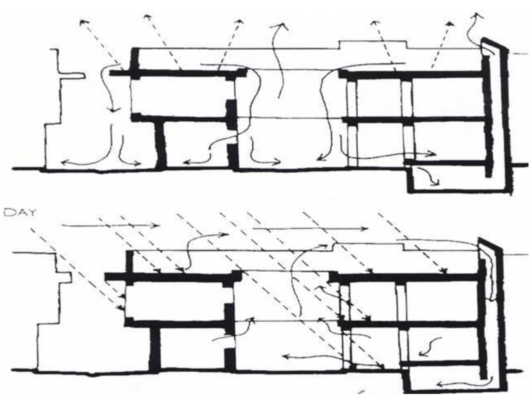
تعمل الأفنية الداخلية على تنظيم الحرارة وتأمين التهوية الطبيعية وتحقيق أكبر قدر ممكن من الراحة الحرارية داخل المباني التي تتواجد فيها، وتتوضح آلية التنظيم الحراري للفناء الداخلي من خلال فترتي الليل والنهار. (انظر الشكل 52)

أثناء الليل: تفقد الأجزاء المختلفة للفناء الداخلي جزءا من حرارتها فيبرد معها سطحها ويبرد معه الهواء الملامس له ليترسب الى قاع الفناء ليحل محل الهواء الأكثر حرارة الذي يرتفع بدوره الى اعلى الفناء وتستمر هذه الآلية طوال فترة الليل ليتحول الى مخزن للهواء البارد.

أثناء الليل صيفا: تسخن الفراغات الداخلية للغرف والحجرات المختلفة بسبب الحرارة المختزنة في الأسطح والجدران في أوقات النهار، وتعمل هذه الحرارة على تعديل برودة الليل، وتساعد النوافذ العلوية والسفلية في الجدران المطلة على الفناء الداخلي في تحقيق هذا التعادل حيث تفتح ليدخل منها الهواء البارد المختزن في الفناء من النوافذ السفلية ويخرج بعد أن يسخن وتزداد حرارته من النوافذ العلوية.

أثناء الليل شتاء: تغلق النوافذ العلوية والسفلية في جدران الغرف والحجرات المطلة على الفناء للحفاظ على الحرارة الداخلية (المكتسبة بالاشعاع والتوصيل الحراري من الأسطح والجدران المعرضة لأشعة الشمس نهارا) وخاصة في الليالي شديدة البرودة. وعندما تبدأ أيام الشتاء بالاعتدال التدريجي يكتفى بفتح النوافذ العلوية لطرد الهواء الساخن الفاسد مع الحفاظ على الراحة الحرارية داخل الفراغات.

أثناء النهار: تسخن الشمس الأجزاء المختلفة للفناء الداخلي تدريجيا وتكتسب حرارة نتيجة لتعرضها لاشعة الشمس، ويسخن الهواء الملامس لها تدريجيا وتتأثر فراغات المسكن بهذه الحرارة. فيتحرك الهواء البارد المخزن في الفناء ليلاعب الفتحات السفلية في جدران هذه الفراغات ليحل محل الهواء الساخن الذي يرتفع بدوره الى الأعلى ليخرج من النوافذ العلوية للجدران. وتستمر هذه الحركة طالما هناك اختلاف بين درجتي حرارة الهواء الداخل والخارج الى ان يحصل التعادل الحراري فتتوقف هذه الحركة، ولكن هذا التوقف لا يسبب اجهادا حراريا لأن النهار يكون قد شارف لتبدأ من جديد آلية الليل، وقد أظهرت التجارب التي اجريت لحساب الفروق الحرارية هذه بين درجة حرارة داخل الفناء وخارجه ان هناك تغيرا في درجات الحرارة خلال ساعات النهار المختلفة. ففي الشتاء تزداد حرارة الهواء الداخلي عن حراراة الهواء الخارجي وذلك لتقليل الاحساس بالبرودة ليلا، بينما تتناقص درجة الهواء الداخلي عن الهواء الخارجي للتخفيف من الحرارة نهارا. اما في الصيف فان درجة حرارة الهواء الداخلي تنخفض دائما عن درجة الهواء الخارجي لتعديل الحرارة الخارجية ليلا ونهارا.



شكل رقم (52): التهوية والتبريد في الفناء أثناء الليل والنهار. (المصدر: غالب،1989)

تعمل النباتات والأشجار في الفناء الداخلي على زيادة الرطوبة بطرحها لبخار الماء عن عملية التمثيل الضوئي والنتح والذي ينقص حرارة الملامس له ويلطف الجو. كما تعمل هذه النباتات والاشجار على توفير الظلال والحماية من أشعة الشمس داخل الفناء بالاضافة الى تخليص الهواء من ذرات الغبار العالقة به، وتؤدي المسطحات المائية الموجودة في الفناء نفس الدور فتزيد من الرطوبة وتبرد الهواء المار فوقها وتزداد فاعلية هذه المسطحات كلما تم تحريك المياه فيها كأن تستخدم النافورات مثلا.

ان وجود مناطق مظللة واخرى غير مظللة انما يخلق فروقا في الضغط بينها وتنشأ حركة تلقائية للهواء في الجزء المظلل ذو الضغط المنخفض ليحل الهواء البارد محل الهواء الساخن الذي يتصاعد

الى أعلى، وتنشأ هذه الحركة ضمن الفناء نفسه وبين الفناء وباقي وحدات المبنى، وعندما يتواجد في المبنى أكثر من فناء فان الهواء يتحرك من الفناء الأكثر اتزانا حراريا الى الأقل اتزانا والأقل اظلالا، وبصورة مشابهة يتحرك الهواء من الأفنية الداخلية ضمن المباني عبر الممرات والمداخل الى خارج الى تلك المباني الى الشوارع الضيقة الأقل اتزانا ومنها الى الفراغات العمرانية المشمسة والقليلة التظليل لتامين تهوية مستمرة بين داخل المنازل وخارجها لتعمل على تجديد هواء المبنى، وهذا يفسر تيار الهواء الذي يستقبلنا عند دخول مبنى ذو فناء داخلي، وتعتبر هذه التهوية من احدى المؤثرات الهامة على راحة الانسان وصحته من تأثيرها المباشر على تحريك الهواء وتنقيته اضافة الى اثرها على درجات الحرارة والرطوبة وحرارة الاسطح المختلفة.

ب. مقاومة الوهج والضوضاء:

تؤدي أشعة الشمس في المناطق ذات المناخ الحار الجاف الى اختلاط الرؤيا وغياب تفاصيل الأشياء واختفاء الألوان وكسر حدتها واقترابها كلها من اللون الأبيض وتسيطر حالة من العمى المؤقت يصعب معها التمييز والتدقيق، فتبدو الأسطح الملساء المشرقة كأنها شيء واحد يتكرر ويختلط الاحساس بالسطوح المظلمة غير المظلمة وتسمى هذه الظاهرة بالوهج. كان للفناء الداخلي الأثر الهام في الحد من الابهار وتأمين الاضاءة الطبيعية المريحة من خلال ما يقدمه من تنظيم للنور المسقوف والمفتوح وما يؤمنه من ظلال داخله، واستخدمت في ارضياته وواجهاته مواد خشنة غير مصقولة تمتص الأشعة الساقطة عليها وتحد من انعكاسها. وكان للأشجار والمسطحات الخضراء دور هام في اعتراضها للأشعة الضوئية الشديدة وتخفيف حدتها قبل ان تصل الى واجهات الفناء وأرضياته. وعملت المسطحات المائية على عكس الأشعة الضوئية الساقطة عليها وبعثرتها في اتجاهات عديدة وتزداد فعالية هذه العملية كلما تحرك سطح الماء كأن تستخدم النافورات مثلا.

ان المباني العربية القديمة تمثل تجسيد جيد للتصميم المتوافق صوتيا حيث كان للانغلاق المعماري الذي ارتكزت عليه فلسفة العمارة العربية الأثر الهام في بعزل المبنى عن الضوضاء والتلوث السمعي في الشوارع والجوار. فلقد شكلت الأفنية الداخلية فراغات بعيدة عن الضوضاء والتلوث السمعي وترك هذا أثر ايجابيا على حياة الاسر وممارستها لأنشطتها المختلفة حيث دلت الأبحاث التي قام بها العالم (ايفانز) ان المباني ذات الفناء الداخلي تحقق عازلية صوتية جيدة، ويشكل الفناء فيها فراغا داخليا لا تصله ضوضاء الشارع والجوار.

ج. مقاومة العواصف والتلوث:

تعتبر الحماية من الرياح وأثارها من اساسيات التصميم في المناطق ذات المناخ الجاف والحار، شكلت الأفنية الداخلية فراغات شبه آمنة من تأثير هذه الرياح وما تسببه من تلوث وغبار انعكس هذا كله على فراغات المسكن بشكل عام.

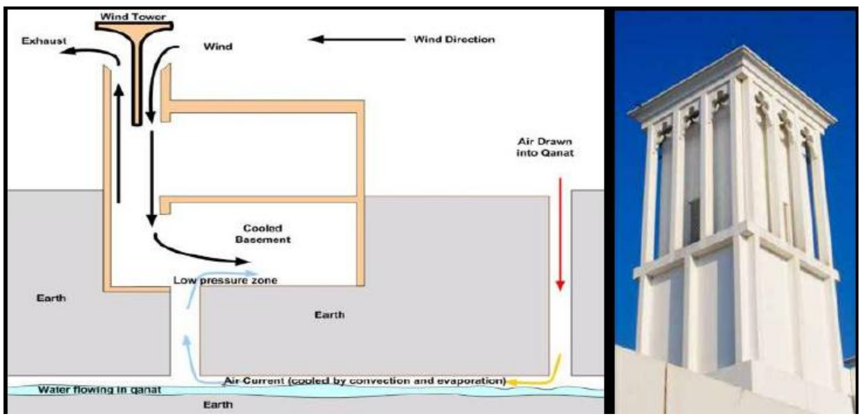
ويحدد حجم الفناء حجم الدار وموقعه بالنسبة الى اتجاه حركة الشمس. ومن المتعارف عليه في المناطق **الحاره - الجافة، أن يكون ارتفاع جدار الفناء اكبر من طول أي من أضلاع قاعدته، أي أن يكون عميق، ليوفر أكبر مساحة من الظل. وفي المناطق الحارة - الرطبة يفضل أن يكون ارتفاع الفناء اصغر من أضلاع قاعدته لخلق تيارات هوائية.** والفناء المفتوح يسود المناطق الحارة. مع تغيرات بسيطة، مثل وجود أروقه أو أعمده في بعض جوانبه كما ورد مقتبسا في العمارة الرومانية باسم (أتريوم)، ومن الممكن تسقيف معظم الفناء أو بعضه، حماية من العواصف الرملية والحرارة الشديدة. ويوفر تسقيف الفناء إمكانية الحفاظ على البرودة المكتسبة ليلا. (ثويني،2008).

- **ثانيا: الملقف**

وسمى الملقف في مصر أو الباركيل في الخليج والجزيرة (وهو يقابل wind catcher بالأنكليزية)، وهو متلقف الهواء، ومنه وردت (بادكير) الفارسية المركبة من مقطعين : باد - هواء، وكير - جالب، أى جالب الهواء. والملقف أحد أهم عناصر التهوية الطبيعية المساهمة **في خفض درجة الحرارة داخل الدار الى أقل من 30 درجة مئويه صيفا في حين تكون الحرارة في الخارج أكثر من 50 درجه.** والملقف مجرى هوائي، وظيفته تشبه وظيفة مدخنة مفتوحة نحو الرياح الشمالية الغربيه (تسمى الغربي)، فتتجه كافة الملاقف نحو اتجاه واحد، بغض النظر عن موقعه أو حجمه. وتساهم جدران الملقف في العزل الحراري للهواء النافذ. ولكل أقليم ملقفه الخاص. (ثويني،2008)

يمر الهواء الى الملقف المواجه لفتحته، وثمة سبب أخر يحرك الهواء يكمن في خاصية الإشعاع الحرارى، فيفقد السطح الحراره ليلا فى الصيف، مما يؤدي الى انخفاض الضغط الملامس للسطح، فيحل هواء الرياح السائدة الأكثر رطوبة، بدل الهواء الحار، فيمر قريبا من السطح نحو الملقف ليهبط

خلاله نحو الأسفل، وخلال مروره يفقد جزءآ من حرارته وتزداد رطوبته، يواجه الهواء الداخل، جرار الماء المبتلة، فتنخفض حرارته وتزداد رطوبته، يمر جزء من الهواء النافذ الى السرداب فى مجرى هوائى خاص تحت أرضيته. وللسرداب فتحات إضاءه على الفناء، تسمح بمرور الهواء البارد الى الفناء ليزيح الهواء الساخن والخفيف نحو الفضاء وفي ذلك تؤمن استمراريه التهوية الطبيعيه. وفى مدن الخليج كدبي والبحرين ملاقف ضخمة ذات فتحات كبيره بكل الاتجاهات وذلك لطبيعة المناخ الحار - الرطب، الذي يستدعي تهوية مستمرة وكبيره. ففي الصيف، يكون الهواء حارا ومشبعآ بالرطوبة وللتخلص من "ثقل " الهواء الرطب، لابد من تيارات هواء مستمرة.



شكل رقم (53): الملقف. (المصدر: Seneviratne,2008)

- **ثالثا: التختبوش**

وهي فضاء أو شرفة، تكون أرضيتها من الخشب، ومنها جاءت التسمية. تقع فوق السرداب، لتستفيد من انخفاض حرارة السرداب. يتألف مدخلها من إطار خشبى مع شبكه معدنيه، وتستغل التختبوش لحفظ الأدوات المنزلية الموسمية وكفضاء لقيلوله كبار السن، ممن تزعجهم رطوبة السرداب.(شكل 54).



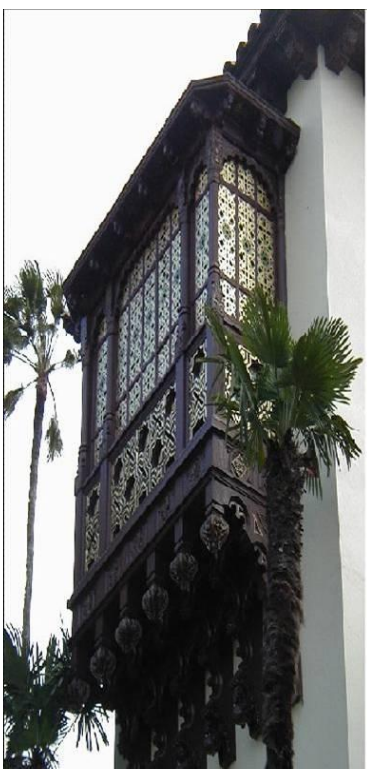
شكل رقم (54): التختبوش. (المصدر: الريحاوي،1999)

- **رابعا: المشربية**

ومن العناصر الصميمة في العمارة الإسلامية عنصر **المشربية أوالشناشيل أو الرواشين،** التي تعددت تسمياتها وتوحدت صفاتها، وتعّد إحدى الردود الحاذقة على مقتضيات بيئية وإجتماعية ونفسية أوجبت إنتشاره في عمائر المسلمين. أما المشربية (والأصح مشرفيه) أي التي تشرف على الطريق وفسرها البعض من وظيفتها في اكتنافها لقلة الماء. أما كلمة رواشين فهي واردة من فعل رشن التي تعني "تطفل" وهي تدل على وظيفتها كحاجز لمنع المتطفلين من النظر الى داخل الحجرات.

والمشربية نافذة بارزة من الخشب، المتشابك أو المتقاطع او المتصالب تقام باشكال هندسية مربعة أو مثلثة أو معينية وبعناصر زخرفية ونقوش وتقع على واجهة الطابق الأول المطلة على الزقاق بشكل طنف يخرج على خوابير خشبية أو كوابيل كما في قصبة مدينة الجزائرأو حارات مدينة دمشق أو حتى طنف ممتد من الجسور الخشبية الرئيسية في أكثر الاحيان كما في بغداد، واستعمل في إنشائها ومعالجاتها الجمالية الخشب كعنصر أساس. وتوظف عادة في المهام التالية:

1. نثر الضوء الطبيعي داخل الغرفة بحيث لا يحدث السطوع في الداخل.
2. لحجب ما بداخل الدار بحيث يتسنى لهم رؤية ما بخارجها ولا يسمح العكس.
3. لتبريد جرات الماء صيفا وذلك بوضعها ضمن فتحة دائرية في اسفلها فيعمل تيار الهواء على التبريد.
4. وتستعمل كتشبيكات في الواجهات الصماء تسمح بمرور تيارات الهواء التي تحتاجها المناطق الحارة الرطبة كما هو الحال في المناطق الحارة الجافة. (ثويني،2008).



شكل رقم(55): المشربية. (المصدر: ثويني،2008)

- **خامسا: الشخشيخة**

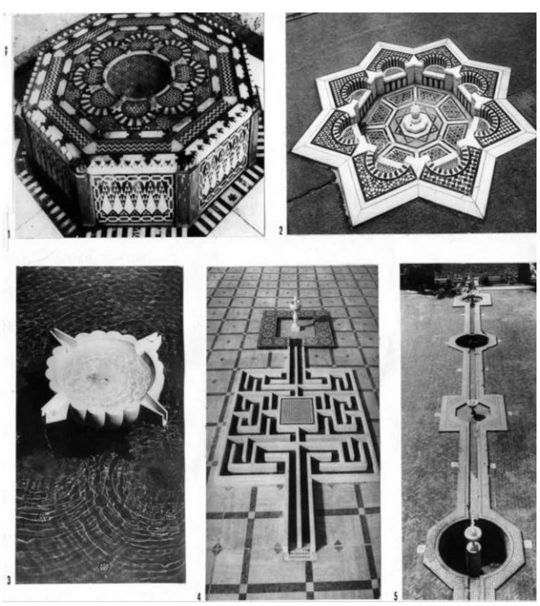
تستخدم في تغطية القاعات الرئيسية وتساعد على توفير التهوية والانارة للقاعة التي تعلوها وتعمل الشخشيخة مع الملقف والمشربية على تلطيف درجة حرارة الهواء وذلك لسحب الهواء الساخن الموجود في اعلى الغرفة حيث أن الهواء الساخن يصعد إلى أعلى والبارد يهبط إلى أسفل كما ان حركة الهواء الخارجية بقمتها يخلق فرق ضغط يساعد اكثر على سحب الهواء من الداخل ، وبالتالي إن وجود هذه الشخشيخة مع المشربية التي تنفتح على الفناء الداخلي يضمنان التجديد المستمر لهواء الحجرات واحتفاظها أيضا بهواء لطيف رطب معظم الوقت. كما تساعد على توفير الاضاءة العلوية المباشرة وتكون الشخشيخة اما على شكل قبه دائرية او مضلعة أو على رقبة دائرية او سداسية او ثمانية.(شكل 56).



شكل رقم (56): الشخشيخة. (المصدر: غالب،1989)

- **سادسا: النافورة**

توضع النافورة في وسط الفناء الخاص بالمنزل وقد كانت تأخذ الشكل الدائري أو الثماني أو السداسي ويقصد بالنافورة إكساب الفناء المظهر الجمالي وامتزاج الهواء بالماء وترطيبه ومن ثم انتقاله إلى الفراغات الداخلية.(شكل 57)



شكل رقم (57): بعض أشكال النوافير. (المصدر: غالب،1989)

5.1.4 الخلاصة

إن الفوائد والمزايا البيئية-الاقتصادية التي حققتها في الماضي العمارة المحلية هي بحد ذاتها صور وتطبيقات مبكرة لمفهوم العمارة المستدامة الخضراء. لذلك فإن المطلوب الآن هو تبني أفكار ودروس وعبر العمارة التقليدية من منظور بيئي-اقتصادي ومن ثم دراستها وتطويرها وتوظيفها في المباني الحديثة بما يتلائم مع احتياجات العصر والتقدم العلمي والتكنولوجي في أنظمة ومواد البناء . كانت الموارد المتاحة بما فيها الأرض ومواد البناء المحلية تستغل بكفاءة عالية، كما أنها قدمت معالجات بيئية ذكية أسهمت إلى حد كبير في خلق توافق بيئي بين المبنى والبيئة المحيطة، ومن تلك المعالجات العناية بتوجيهات المباني، وتوظيف طبوغرافية الأرض، واستخدام الأفنية الداخلية، والعرائش، والمشربيات، وملاقف الهواء، والعناية بأشكال وأحجام النوافذ والفتحات، والحوائط السميكة، والاعتماد على المواد المحلية كالطين والخشب، وجعل المباني متلاصقة ومتقاربة، بالإضافة إلى استغلال وتوظيف العناصر النباتية في التكييف البيئي والتقليل من وطأة الظروف المناخية.

تمت المعالجة في العمارة التقليدية بعدة عوامل وهي: كتلة المبنى وشكله : يكون لشكل المبنى وكتلته أهمية كبيرة في تحديد كمية الاظلال به وتزداد كمية الظلال كلما أصبح شكل المبنى أكثر تعقيدا، ويلاحظ كثرة الظلال في المبنى ذو الفناء الداخلي خاصة اذا كان هناك أجزاء ترتفع أكثر من طابق واحد كما تأخذ المباني غير مستوية الأسقف كمية ظلال أكبر وذلك بسبب عدم تعرض سطحها المنحني (مثل القبة والقبو) بالكامل لأشعة الشمس خلال ساعات النهار خلافا لما يحدث بالنسبة للسطح الأفقي. معالجة الجدران: تتعرض الجدران لكمية أشعة شمس أقل من السقف نظرا لأختلاف تعرضهما لأشعة الشمس حسب اتجاهها خلال ساعات النهار، ولتغير زاوية ميل أشعتها باختلاف فصول السنة، علاوة على كونها عمودية فتكون الطاقة المكتسبة في هذه الحالة أقل مما يكتسبه السقف من الطاقة ذاتها. إلا انها تتعرض للأشعة الشمسية المنعكسة خاصة في المناطق الصحراوية حيث تكتسب الرمال الناعمة خاصية السطح العاكس، تم اللجوء الى تظليل الواجهات بواسطة كاسرات الشمس كالمشربيات او مظلات الفتحات او البروزات بكتل من المبنى بذاته او جعل الجدار سميكا ومن مادة عازلة كالطين والطوب والحجر بأنواعه. معالجة الفتحات: تعد الفتحات مصدرا رئيسا لنفاذ الحرارة الى داخل المبنى وهي من العوامل التي تتحكم في كمية النفاذ الحراري خلال الفتحات. وبالمقارنة مع السابق- علاقة الاستدامة بالعمارة التقليدية- سيهدف الجزء القادم الى توضيح مظاهر الاستدامة في العمارة العربية المعاصرة.

2.4 الاستدامة في العمارة العربية المعاصرة

1.2.4 المقدمة

اتسمت العمارة العربية بخصائص ميزتها عن عمارات غيرها من الأمم والشعوب، ارتبطت بثراها الفكري والشكلي المتحقق من توافقها مع طبيعة المجتمع العربي، ظروفه المناخية والاجتماعية، ان هذه العمارة الاصيلة قد عانت ولا تزال من ممارسات دخيلة نجمت عن تأثر كبير بمفاهيم غريبة عن مجتمعنا وحاضرتنا تتمثل بتقليد غير مدروس للتيار العالمي، ذلك الذي يعاود الظهور اليوم بصيغة جديدة كتعبير عن مفهوم العولمة، دون الأخذ بعين الاعتبار ايجاد حالة استثمار شمولي لذلك الارث الحضاري وكشف لجوهره دائم الانبثاق، معتمدين بذلك على تقنيات العصر وامكانياته. (انطانيوس،2000).

ان اصالة العمارة العربية لا تعني المحافظة والتمسك الحرفي بكل التراث، كما لا تعني التسليم المطلق بما يستجد من توجهات ناتجة عن التطور العلمي، ان امكانية ذلك التطور يمكن ان تعطي المصمم حرية كبيرة، توفر له خيارات وبدائل متعددة لوضع افكاره موضع التنفيذ، بذلك لا يشكل العمل انحيازا نحو احد جوانب مفهوم الاصالة. فلا بد من توليد عمارة تتوافق مع الخصوصيات البيئية، تمتلك لغة تحقق فهما مشتركا نابعا من ترجمة لمعطيات العصر الحالي.

يناقش العالم ومنذ سنوات قليلة موضوع الاستدامة في العمارة، كحل لتعايش بيئي أفضل، وأهمية الاستدامة معماريا تتخطى البعد البيئي لتصل إلى البعد الاجتماعي والاقتصادي بل وحتى الثقافي، خصوصا في دول العالم الثالث التى عانت من هيمنة وسيطرة فكرية وحضارية من قبل الدول الصناعية التى صاغت بيئتها العمرانية واسلوب حياة مجتمعها منذ بداية القرن العشرين آبان موجة الحداثة التى اجتاحت العالم وحتى اليوم، ورغم مناقشة موضوع الاستدامة اليوم في اوساط الدول الصناعية على حياء، فالعمارة المستدامة هي أشبه بوضع الأمور في نصابها والتعايش على وجود الاختلافات والتنوع بين المجتمعات.

2.2.4 الاستدامة في العمارة العربية المعاصرة

منذ بضع سنوات بدأت تظهر مفاهيم مثل (المبنى الصديق للبيئة) و(العمارة الخضراء)، في إطار التنمية المستدامة التي تتجاوز النظرة الاقتصادية الضيقة الساعية الى الربح السريع وتتوخى الحفاظ على الموارد الطبيعية وإتاحة استغلالها لفترات أطول كي تخدم الأجيال القادمة، ومع أن هذه التوجهات بدأت تؤتي ثمارها في الغرب، إلا أنها ما زالت في مهدها في المنطقة العربية، والطفرة في مجال البناء، خصوصاً في الخليج، ضاعفت استهلاك الطاقة والموارد بوتيرة فاقت كل التوقعات ما يحتم زيادة الاهتمام بأساليب تصميم بديلة لتحقيق إدارة أفضل للثروات الطبيعية والتقليل من حجم الأضرار الناجمة على البيئة. فشهد الغرب على مدار السنوات القليلة الماضية تطوير العديد من المفاهيم والتقنيات المبتكرة وتطبيقاتها في مشاريع مختلفة، ومنها العمارة الخضراء بإمكاناتها المتعددة التي تأتي كفكر معماري وبيئي جديد يهدف الى تلافي المشكلات البيئية، وتعتبر ولادة عصرية لمفاهيم استعملها الانسان منذ القدم في مبانيه ومستقراته البشرية.

في مقابل هذه التطورات العمرانية والمعمارية في الغرب، ساهمت الطفرة النفطية في المنطقة العربية والوفرة المالية التي أتاحتها للاستثمار العقاري في ارتفاع معدلات استهلاك الطاقة الرخيصة نسبياً، وعدم الاهتمام بمصادر الطاقة البديلة أو التفكير الجدي في استخدام وتطوير تقنيات البناء التي تقلل من الهدر الكبير للطاقة. ونظراً لارتفاع الكلفة المبدئية لاستخدام التقنيات الجديدة المرتبطة بهذه المفاهيم وعدم وضوح الجدوى الاقتصادية للمستثمر العقاري، فهو غالباً لا يسعى الى تبني التقنيات البيئية، التي تضيف الى كلفة البناء، إلا من خلال الالتزام بما تفرضه عليه القوانين والأنظمة المحلية.

أصبح لمفهوم العمارة الخضراء من جهة أخرى، واللغة المعمارية المعبرة عنها جاذبية لدى بعض المعماريين في المنطقة العربية، فهي تمثل توجهاً جديداً للحداثة يخاطب رغبة في التميز من خلال التعامل مع مشاكل بيئية ملحة. وقد بدأت أفكارها طرق أبواب الانتاج المعماري من خلال الفرص التي باتت تتاح لمعماريين عالميين لهم مساهماتهم المهمة في هذا المجال في بلادهم، للمساهمة في النهضة العمرانية الكبيرة في المنطقة. هناك عدة مشاريع بدأت تظهر في مراحل التصميم أو التنفيذ، وجهود متفاوتة لتبني وتطبيق معايير (التصميم الأخضر) وتحقيق الاستدامة، إلا أن هذه الجهود ما زالت في بدايتها وبحاجة الى تفعيل أكبر، كغيرها من التوجهات المعمارية المستوردة، قد تكمن إشكالية أفكار العمارة الخضراء في استقبالها وتبنيها من دون تقييم كاف لملاءمتها محلياً. ذلك أن

التقنيات التي تم تطويرها في أوروبا وأميركا قد لا تتناسب مع العوامل الطبيعية في هذه المنطقة، وتستوجب تطويعها لتحقيق المواءمة المطلوبة، بل قد تتطلب حلولاً وتوجهات في البيئة الحارة أو الشديدة الرطوبة تكون مختلفة بشكل كبير أو معاكسة لما تم اعتماده في البيئات الباردة أو المعتدلة أو الجافة. لكن الظروف التي تواكب التطور العمراني في الغالب لا تدع مجالاً للبحث في تطويع التقنيات المرتبطة بهذه التوجهات، مما يؤدي الى إضاعة فرص الاستفادة من الامكانات الحقيقية المتاحة للتطوير والتنمية المستدامة. ومن جهة أخرى، فان المشاريع التي تعتمد استخدام التقنيات الحديثة في العمارة الخضراء قد **تصطدم بإشكاليات الصيانة أو التشغيل، لعدم توفر الصناعات المساندة والخبرات المحلية في بعض الأحيان، ما يستوجب غالباً الاعتماد على المصدر أو المورِّد الغربي في تحقيق استمرارية تقنيات الاستدامة، وهذا يتعارض مع مبادئها.** وأحياناً يقوم المعماريون المحليون بتقليد تلك الأنماط الجديدة وتبنيها كتعبير وليس كمضمون، انسياقاً مع أسلوب التعامل المنهجي لكثير من المعماريين العرب في **الاقتباس من الأفكار المعمارية العالمية المستوردة من دون مراعاة علاقتها بمحيطها المباشر وخصائصه الطبيعية والثقافية.** ومن هنا فان ما بدأ في الغرب كبديل مهم لدى المخططين والمعماريين والمهندسين في السعي نحو الاقتصاد في استهلاك الطاقة، والمساهمة في التخفيف من أزمة الاحتباس الحراري في قطاع البيئة العمرانية، قد يتحول عندنا الى مجرد طراز معماري يضاف الى كرنفال الطرز والأشكال المختلفة التي جعلت من المدن العربية حقلاً لتجارب المعماريين العالميين والعرب على حد سواء.(المصري،2009)

كان البناء قديما يتم وفق معطيات البيئة المحيطة، ويعمل على تسهيل العيش فيها، والتاقلم معها بحيث نبقى اصدقاء لهذه البيئة، مما ضمن لهذه المباني الاستدامة ، فالملاقف، النوافير، السلسبيل، الايوان، القباب، المشربيات وغيرها من عناصر استخدمت في بناء البيوت قديما.. وكانت لتوفير جو مريح لساكني هذا البيت. اما حديثا فقد تم استيراد جميع اشكال العمارة من اقاليم لا يشابه مناخها مناخ المناطق العربية ابدا، **فظهرت الزجاجيات بشكل كبير، أدى لاكتساب حراري رهيب، مما دعى الى وجود المكيفات التي تعمل على الطاقة لتوفير الجو المريح داخل هذه المنشآت**، هذه المكيفات تحتاج الى مولدات تنتج طاقة حرارية بكميات هائلة والعمل على ايجاد التوازن الحراري داخل المبنى عمل على خلل في الاتزان الحراري خارج المبنى، مما اصبح عاملا مهما من العوامل المؤثرة على تفاقم ظاهرة الانحباس الحراري .

فالاتجاه الحديث يخطأ عندما يصر على نقل حصيلة تطور عدة قرون من الغرب مباشرةً الى مدننا وتقليد العمارة الغربية دون الأخذ بعين الاعتبار الاختلاف في المناخ ونوعية مواد البناء وسوية التطور الاجتماعي الاقتصادي في مجتمعاتنا، إضافة الى الوعي المديني والثقافي الأولي. فهذا الاتجاه الذي يعتمد استنساخ العمارة الغربية ونقلها يمكن تصنيفه موضوعيا ضمن خانة التقليد والتبعية. وعلى أية حال فثمة اختلافات جوهرية بين المهتمين والمنظرين المعماريين في فهم المسألة الجمالية للعمارة المعاصرة ودرجة تصادمها القيمي مع التراث المعماري المحلي، أو استمداد مواصفاتها وجمالياتها من المعايير العالمية السائدة. وعلى المنحى الآخر يبدو أن النقل المباشر والسريع لنماذج الأبنية الحديثة الموشورية البلورية وزرعها داخل نسيج مدن الشرق وعمارتها الهادئة الرصينة، تخلق انطباعات وأحاسيس تكون أقرب الى النفور والتصادم والدهشة واللاإنسجام، منها الى القبول والتفاعل والارتياح.(علي،2008)

تعاني مدننا العربية كثيراً من آثار عمارة الشمس. تلك العمارة التي ترتكز فلسفتها على ثلاث خصائص: **التوجه نحوالخارج، والتعرض المباشر للشمس، وكثرة الفتحات الشفافة المعرضة للضوء.** تطل مبانينا المعاصرة خارجياً على الشارع بحره وغباره، وتتميز بواجهاتها المسطحة المنبسطة تماماً أمام الشمس، والمنفتحة عليها بسخاء عبر فتحات ينفذ عبرها الضوء والحرارة إلى الداخل بحرية تامة. ولكي نتمكن من تصحيح هذا الوضع، علينا أن نتحول من المألوف الخاطئ، إلى الصحيح الذي كان مألوفاً. فتنتقل عمارتنا من نموذج عمارة الشمس، إلى نموذج جديد هو عمارة الظل، المعتمدة في فكرتها على جعل الظل هدفاً رئيسياً في التخطيط العمراني وفي تصميم المباني والمنشآت. والقائمة على التخطيط الذي يراعي توفير المساحات الظلية في ممرات وطرق المشاة وعلى الجدران الخارجية. وعلى التصميم الذي يراعي توفير هذه المساحات الظلية على فتحات النوافذ والأبواب والقشرة الزجاجية بشكل خاص والغلاف الخارجي للمبنى عموماً، ويكون ذلك باستخدام أية عناصر إنشائية أو معمارية مظللة، أو باستخدام كاسرات أشعة الشمس، أو حتى باستخدام المظلات أو الشجر. (الناجم،2008)

إن التطور المعماري الحديث جلب معه -رغم إيجابياته- الكثير من السلبيات، مثل استخدام كيماويات البناء والاستغلال الجائر للموارد الطبيعية واستخدام الزجاج في مناخات صحراوية حرارية زادت من الحاجة إلى الطاقة بهدف التبريد والتكييف. وهكذا فإن الدعوة لتطبيق أسلوب العمارة الخضراء ليست دعوة للرجوع إلى القديم وإنما للمطالبة باستخدام المفاهيم القديمة في البناء ولكن في إطار

مقتضيات العصر الحديث، خصوصا فيما يتعلق باللمسات الجمالية ومراعاة الصمود أمام الزلازل والكوارث الطبيعية. وبالتالي يمكن الاستفادة من الموروث الحضاري في البناء ودمجه في المستحدث من أساليب التصميم المعماري، مع الاستخدام الأمثل للتقنية دون الإضرار بالبيئة، والتوسع في الغطاء النباتي والمساحات الخضراء أمام المنازل لفوائدها الصحية للإنسان.(أشقر،2010)

يرى Abel ان هناك ابنية معينة عرفت نوعا من العمارة الهجينة (Hybrid architecture) نتجت عن تفاعل بين العمارة المحلية وما يسميه بالعمارة العالمية، ان العمارة الهجينة هي العمارة التي فرضتها ظروف المنطقة اضافة الى طبيعة الاعمال والمناخ فيها، مؤكدا على ان تلك العمارة يجب ان تكون على الأقل عمارة مدارية تعبر عن الطبيعة الجغرافية والمناخية للأقليم، تستخدم الوسائل التكنولوجية المتاحة لتنفيذ ما هو معتاد ومستوطن في المنطقة وتحويل تلك النماذج التقليدية الى مواد مصنعة وبتقنية عالية وبطريقة انتاجية، ويرى ان انماط الابنية والاساليب المعمارية المتبعة، تكون ملائمة لمكان ما، لا يمكن ان تتلائم مع مكان آخر، وضرورة امتلاك المعماريين العاملين لفهم عميق وواسع لخصوصية العمارة المحلية، محاولين توليد نتاجات معمارية تعتمد مفاهيم العصر الحالي.(Abel,1997)

ان كثيرا من الممارسات تظهر أهمية وأفضلية التكنولوجيا وتمثل اختراق وتجاوز للخلفية المرتبطة بأي اختلاف اقليمي واضح، فلا يزال عدد من المعماريين يتبنى نفس فلسفة الطراز العالمي ويصدرون حلولا شكلية متكررة، هدفهم بناية متفردة بذاتها غير متأثرة بالخصائص المحلية. كما يرى انه من المهم للبناية كعمل معماري متميز ان تكون متفردة كونها تأخذ مصدر الهامها من سياقها، ليست شيئا مفروضا سلفا وكأنها انزلت الى موقعها بواسطة المنطاد، **لهذا ما هو مهم هو بناية تندمج فيها القابلية الابداعية والمهارة في التنفيذ مع استيعاب التأثيرات المحلية.** (Pressman,1993)

يؤكد الجادرجي على اختلافه الفكري باعتماد النموذج المعماري الغربي باعتباره محصلة التقدم العلمي والمعماري في العالم، لأن اغفال المطلب الاجتماعي وتطمين الحاجة المحلية وما ينطوي عليه من خصوصية، يحيل العمل المعماري الى عمل تقني آلي بحت قابل للتعميم في كل مكان من العالم مسقطا من اعتباراته خصوصيات كل منها. ويؤكد ايضا على ان مستقبل الحرفة اليدوية ذاته متعثر ان لم يكن في دور زوالها القريب فقد اصبحت التقنية التقليدية والقيم الجمالية المرتبطة بها غير

اقتصادية وعاجزة عن اشباع المتطلبات الآنية، لذا اضطر البعض الى قبول انتاجية ممكنة في المعالم التراثية، فلم يحاول معالجة المشكلة المناخية بل اكتفى والى حد كبير في نواحي شكلية الشكل حيث تتعرض النوافذ الزجاجية الى اشعة الشمس المباشرة كما لو كان موقع المنشأ في اقليم بارد المناخ ولم يقدم على معالجة المشكلة المناخية. (الجادرجي،1995)

لو نظرنا الى الوضع المعماري المعاصر في المنطقة العربية كمثال للبيئة الصحراوية لوجدنا معظم الناتج المعماري لا يمثل استمرارا طبيعيا لانعكاس المقومات البيئية المناخية والحضارية للمجتمع، وبتقليب صفحات الماضي نجد ان الأجيال السابقة وضعت صورة سليمة للعمارة حسب امكانيات وظروف عصرها، فجاءت صادقة التعبير. وبدراسة العمارة على مر العصور نجد ان العمارة الاسلامية على سبيل المثال تعاملت مع الظروف المناخية من خلال معالجة مبانيها معماريا، مما أدى الى ظهور ناتج معماري ذو طابع مميز يلائم ظروف البيئة يحمل بين احشائه مجموعة من النظريات والفلسفة البيئية تستحق النظر والدراسة. أما اعتماد المعماري العربي المعاصر على العمارة الغربية ومحاولة تقليدها بما لا يتلائم مع بيئته العربية أدى الى دخول عناصر جديدة على العمارة العربية، ومع زيادة عدد السكان وقلة مسطح الاراضي والتقدم العلمي والتطور التكنولوجي الهائل أدى الى افراز نمط جديد من العمارة ليس لها انتماء بيئي، هذا بالاضافة الى انها غير قادرة على أداء وظيفتها المناخية والطبيعية. (أحمد،2000).

هنالك حقائق موضوعية تحتم تناقل الثقافات والمعارف وتؤثر بعضها ببعض، وعليه فلا يمكن لعالم جعلته سبل المواصلات كمدينة صغيرة ألا يتأثر المعمار فيه بعضه ببعض، ونقل التكنولوجيا شيء مهم لتقدم وسائل الإنتاج وبالتالي إلى خلق بيئة صالحة للعمل والحياة، والعالم العربي كجزء من الدول النامية، في حاجة ماسة للنقل المفيد للتكنولوجيا. ولكن هناك خيط رفيع بين الاستفادة من الأفكار المستوردة، والاستعانة بها للوصول إلى الحلول المثلى، وبين نقل أفكار الآخرين بحذافيرها وبدون تصرف، والتأثر بها لحد يعمى معه الإنسان عن فهم المشاكل بصورة تنطبق مع واقع الحال، والوصول لحل يلائم الظروف الموضوعية للمشكلة. ومن الحقائق الثابتة دور العالم النامي الهامشي في تطور التكنولوجيا. فقد جاءت الثورة الصناعية ومعظم الدول العربية تحت الاستعمار، فكان التطور التكنولوجي حكراً لها، وكانت الدول العربية حقل تجارب ومورد كبير للمواد الخام حتى الآن.

3.2.4 الخلاصة

تم في هذا الباب مناقشة وجهات النظر المتعددة حول واقع تطبيق الاستدامة في المنطقة العربية، فمن جهة تم الابتعاد عن تطبيقاتها نظراً لارتفاع الكلفة المبدئية لاستخدام التقنيات الجديدة المرتبطة بهذه المفاهيم وعدم وضوح الجدوى الاقتصادية للمستثمر العقاري، فهو غالباً لا يسعى الى تبني التقنيات البيئية، التي تضيف الى كلفة البناء، إلا من خلال الالتزام القوانين. من جهة أخرى، أصبح لمفهوم العمارة الخضراء واللغة المعمارية المعبرة عنها جاذبية لدى بعض المعماريين في المنطقة العربية، فهي تمثل توجهاً جديداً للحداثة يخاطب رغبة في التميز من خلال التعامل مع مشاكل بيئية ملحة.

تم التوصل الى ان النظريات التي قامت عليها العمارة الغربية الحديثة ليست نظريات قطعية، يتوجب على الجميع اتباعها، وإنما هي ردات فعل إنسانية على أوضاع وقواعد معينة، سادت في مكان ما، وفي فترة معينة من الزمن، ولا يمكن جعلها عالمية. لأننا لوسلمنا جدلاً أنه بات من الممكن عولمة الثقافات وطبيعة بناء المجتمع وصبها بسهولة في القالب الغربي، إلا أن المناخ عنصر لا يمكن عولمته مهما حاولنا ومهما بذلنا من جهد! ولهذا فإننا نحتاج إلى إعادة صياغة المفاهيم العمرانية في المدينة العربية لتحسين أدائها الوظيفي وقيمها الجمالية، وذلك بتقديم نموذج جديد للعمارة يجمع بين ما تميزت به عمارة الأمس من تكيفها مع المناخ والبيئة المحيطة وثرائها بالخبرة الإنسانية والجمال، وما تتميز به عمارة اليوم من استجابات لإيقاع الحياة العصرية ومتطلباتها، واتباعها لنظريات العلم الحديث وتقنياته.

يهدف الفصل القادم الى تحليل بعض النماذج من مشاريع اقيمت احديثا في المنطقة العريبة ووصفت بأنها ابنية خضراء، وعلى اساس ذلك سيتم تقييم الوضع وقياس مقدار تحقق الاستدامة فيها.

3.4 تحليل نماذج من العمارة العربية المعاصرة.

1.3.4 المقدمة

ناقشت الفصول السابقة من هذه الرسالة موضوع الاستدامة في العمارة، وركزت بشكل خاص على التصميم المستدام والعمارة الخضراء والمبادئ التي تقوم عليها بهدف تحقيق غرض البحث -بيان أثر المتغيرات التكنولوجية في تحقيق الاستدامة العربية- من خلال توضيح تكنولوجيا وتقنيات البناء البسيطة (الذاتية)، والتقنيات الحديثة المستخدمة لانجاز عمارة خضراء.

لقد استهدفت هذه المناقشة توضيح المشكلة التي يتصدى لها البحث، وأهدافه، والمنهج المعتمد في تحقيق الأهداف. فالمشكلة البحثية تعرفت بكونها ترتبط بالنقص في المعرفة العلمية المرتبطة بمفردات مفهوم التصميم المستدام، واقتصارها على مجرد تطبيق تقنيات معاصرة مستوردة على المباني الحديثة لإضفاء صفة الاستدامة عليها. أما الأهداف فقد تعرفت بكونها ترتبط بالاجابة عن التساؤل القائم حول كيفية تحقيق استدامة فعلية، وعلاقة ارتباط التقنيات التكنولوجية بالمبادئ البيئية وأهميتها في تحقيق العمارة المستدامة من خلال إعداد دراسة مختصة عن التقنيات التكنولوجية الحديثة بوصفها آلية لتحقيق نتاجات العمارة المستدامة المعاصرة ومن ثم تقييم العمارة المستدامة في العالم العربي ودور التقنيات العالمية المستخدمة فيها واستكشاف مدى تحقق التصميم المستدام في المشاريع الحديثة في العالم العربي.

أما المنهج فقد تضمن مرحلتين أساسيتين هما: بناء اطار نظري شامل ودقيق للتصميم المستدام والعمارة الخضراء والتكنولوجيا –التقنيات البسيطة والحديثة- الخاصة لانجازها. وتطبيق هذا الاطار على عينات. وفي ضوء ما تقدم فقد ارتبطت الفصول السابقة بالمرحلة الاولى (بناء الاطار النظري)، في حين سنركز في هذا الفصل على المرحلة الثانية (تطبيق الاطار النظري) حيث سيتم توضيح المستلزمات الأساسية للتطبيق والتي تشمل: تحديد مفردات الاطار التي سيتم تطبيقها، وتوضيح طريقة جمع المعلومات، وطرق قياس المتغيرات، وأسس اختيار العينات وتعريفها بالاستناد على الطروحات المعمارية.

في حين سيركز الفصل الأخير على مناقشة النتائج والاستنتاجات والتوصيات النهائية لهذا البحث.

2.3.4 آلية التحليل

في هذه الفقرة سنستعرض آلية التحليل وطريقة تطبيق القياس الذي قام على أساسها هذا البحث.

- **انتخاب المفردات**

ان استثمار الاطار المطروح في هذا البحث، بعد توضيح كيفية تحقيق استدامة فعلية وعمارة خضراء وعلاقة ارتباط التقنيات التكنولوجية بالمبادئ البيئية بإعداد دراسة مختصة عن التقنيات التكنولوجية بوصفها آلية لتحقيق نتاجات العمارة المستدامة، استوجب انتخاب مفردات محددة ومن ثم استكشافها في مرحلة التطبيق.

وبشكل عام تحددت المفردات - كنتيجة في خلاصة الفصل الخاص بالتقنيات الذاتية والفصل الخاص بالتقنيات الحديثة- في مجموعتين أساسيتين: الاولى تتعلق بالتقنيات الذاتية وقد تتضمنت 20 مفردة (تقنية)، والثانية تتعلق بالتقنيات الحديثة وقد تضمنت أيضا 20 مفردة. اذ يمكن اعتبارها أهم التقنيات اللازمة لتحقيق عمارة خضراء.

- **قياس المتغيرات وطريقة جمع المعلومات**

توضح هذه الفقرة جانبين أساسين من جوانب التطبيق هما: نوع القياس المطروح للمتغيرات، وطريقة جمع المعلومات عنها. فالقياسات المطروحة للمتغيرات هي قياسات نوعية، تعرف أهم القيم الممكنة لها، وينسجم هذا النوع من القياسات مع جزء كبير من المتغيرات.

أما طريقة جمع المعلومات عن هذه المتغيرات، فقد استندت على الأدبيات المعمارية، التي وضحت بعض المشاريع المعمارية العربية الحديثة، فضلا عن الأشكال والصور التوضيحية لهذه المشاريع. والأسلوب المعتمد في استخلاص المعلومات استند على جمع مفردات النصوص الواصفة للمشاريع من الأدبيات التي تصف قيم المتغيرات، وعلى تحليل الأشكال والصور التوضيحية ومن ثم جمعها في استمارة تعبر كحالة وصف خاصة بدراسة تلك المشاريع. تمثلت الاستمارات فيما يلي:

- الاستمارة الاولى: خصصت لتجميع حالات الوصف لقياس المتغيرات المأخوذة من النصوص الواصفة ومن تحليل الأشكال والصور.
- الاستمارة الثانية: خصصت لتوضيح الاشكال والصور التي تم تحليلها واستخراج حالات الوصف منها.
- الاستمارة الثالثة: خصصت للقيم التي تضمنتها الاستمارة الاولى لقياس المتغيرات. وفي كل استمارة من هذه الاستمارات حقل خاص بتعريف المبنى ورمزه.

- **تعريف قيم المتغيرات**

عرفت 6 متغيرات (مبادئ) تبعا لهدف استعمال التقنيات التكنولوجية التي تم استنتاجها في فصل تكنولوجيا وتقنيات الاستدامة وذلك لتسهيل عملية التحليل وحصر التقنيات ضمن مجموعات، وتم ربط كل مبدأ (متغير) بالتقنيات الخاصة بتحقيقه من خلال تعريف 40 مفردة من (التقنيات)، تركز 20 مفردة منها حول التقنيات (الذاتية أو البسيطة)، و20 مفردة اخرى حول التقنيات الفعالة (الحديثة أو الايجابية)، وعرفت قيم المتغيرات اعتمادا على المصادر التي تطرقت لها.

- **قياس متغيرات المبدأ الاول: الاضاءة**

حددت الدراسات المعمارية الواردة في هذا البحث 7 مفردات (تقنيات) حول تحقيق الاضاءة تمحورت فيما يلي: التوجيه لأشعة الشمس، عمق المخطط البنائي، الاضاءة الطبيعية: البيت الزجاجي، نظم الإضاءة الشمسية الهجينة، استعمال الزجاج المضاعف، النوافذ المتحركة اتوماتيكيا، أنظمة الاضاءة الذكية. وعلى ضوء ذلك يمكن تحديد الآتي لكل متغير متوقع وروده في النماذج المعتمدة كما يلي: محقق أو غير محقق أو متوازن.

- **قياس متغيرات المبدأ الثاني: تقليل الكسب الحراري**

حددت الدراسات المعمارية الواردة في هذا البحث 8 مفردات (تقنيات) حول تحقيق تقليل الكسب الحراري تمحورت فيما يلي: شكل المبنى، مواد البناء، ألوان غلاف المباني، تظليل الكتل على بعضها، العزل الحرارى، نسبة مساحة السطح منخفضة إلى حجمه، تظليل النوافذ، مواد عاكسة.

- **قياس متغيرات المبدأ الثالث: التبريد**

حددت الدراسات المعمارية الواردة في هذا البحث 8 مفردات (تقنيات) حول تحقيق التبريد تمحورت فيما يلي: طمر أجزاء من المبنى في الارض، فناء المبنى، استخدام المياه، التبريد التبخيري، تفاصيل وعناصر معمارية تقليدية، النباتات – الأسطح الخضراء، أنظمة تبريد، المضخات الارضية. وعلى ضوء ذلك يمكن تحديد الآتي لكل متغير متوقع وروده في النماذج المعتمدة كما سبق.

- **قياس متغيرات المبدأ الرابع: التهوية**

حددت الدراسات المعمارية الواردة في هذا البحث 5 مفردات (تقنيات) حول تحقيق التهوية تمحورت فيما يلي: التنظيم الفراغي، استخدام أبراج تهوية، فتحات متقابلة، الجدار المزدوج، نظام تهوية ميكانيكية. وعلى ضوء ذلك يمكن تحديد الآتي لكل متغير متوقع وروده في النماذج المعتمدة كما يلي: محقق أو غير محقق أو متوازن.

- **قياس متغيرات المبدأ الخامس: توليد وتوفير الطاقة**

حددت الدراسات المعمارية الواردة في هذا البحث 9 مفردات (تقنيات) حول تحقيق توليد وتوفير الطاقة تمحورت فيما يلي: الخلايا الفوتوفولتية، توربينات الرياح، خلايا وقود الغاز الطبيعي، أنظمة تحكم آلية، ادوات ومعدات كفؤة للطاقة، نظام حساسات الطقس، مواد بناء ذات طاقة عالية، بناء جاهز، وحدة معاجة المياه الرمادية. وعلى ضوء ذلك يمكن تحديد الآتي لكل متغير متوقع وروده في النماذج المعتمدة كما يلي: محقق أو غير محقق أو متوازن.

- **قياس متغيرات المبدأ السادس: التسخين**

حددت الدراسات المعمارية الواردة في هذا البحث 3 مفردات (تقنيات) حول تحقيق التسخين تمحورت فيما يلي: السخانات الشمسية، أنظمة التدفئة، نظام استرداد الطاقة. وعلى ضوء ذلك يمكن تحديد الآتي لكل متغير متوقع وروده في النماذج المعتمدة كما يلي: محقق أو غير محقق أو متوازن.

3.3.4 اختيار العينات

لغرض المباشرة بمرحلة التطبيق، لا بد من اختيار عينات، وقد شملت هذه العينات نماذج من مشاريع حديثة في بلدان عربية، وقد تحددت اسس اختيار العينات بالنقاط الاربعة التالية:

- **اسس اختيار العينات**

1- تم اختيار المشاريع الحاصلة على شهادة المباني الصديقة للبيئة كشهادة قيادة الطاقة والتصميم البيئي (LEED)، او المشاريع التي تستعد للحصول عليها حال انتهائها، او المباني التي وصفت على انها مباني خضراء واعتمد تصميم المبنى كمبنى مستدام في فكرته الرئيسة.

2- المباني ذات هيمنة حمل حراري داخلي: يمكن تصنيف المباني إلى نوعين رئيسيين حسب احتياجاتها للطاقة كمباني ذات هيمنة حمل حراري داخلي ومباني ذات هيمنة حمل حراري خارجي وتمثل المباني المكتبية والتجارية النوع الأول من المباني والتي يقل فيها التأثير المباشر لتغيرات الطقس الخارجي للمبنى مقارنة بما ينتج داخلها من حرارة عالية ناتجة عن نشاطات مستخدميه وما يحويه من أجهزة وإضاءة وغيرها مما يجعل الحمل الحراري الداخلي للمبنى مهيمنا عليه وبالتالي يتطلب تكييفًا مستمرًا له على مدار العام رغم تغير الظروف المناخية المحيطة. بينما تمثل المباني السكنية النوع الثاني من المباني والتي تتأثر أجواءها الداخلية بصورة مباشرة بمتغيّرات الأجواء البيئية الخارجية المحيطة وذلك عن طريق التبادل الحراري من خلال الغلاف الخارجي والذي يمثل المصدر الرئيسي للحمل الحراري للمبنى. حيث تكون القرارات المتعلقة بتقليص الحمل الحراري الناتج عن الأنشطة الداخلية للمبانى ذات الهيمنة الحرارية الداخلية هي الأولى في النوع الأول من المباني عن طريق التشغيل الأمثل واستخدام أجهزة ذات كفاءة عالية، والاهتمام بالعزل الحراري ومعالجة الغلاف الخارجي للمبنى ذا أولوية. أما النماذج المنتخبة فقد تحددت من النوع الأول بعشر عينات.

3- أهمية العينة المنتخبة معماريا وحداثتها، تم انشاءها بعد عام 2000 .

4- وفرة الطروحات حولها من نصوص أدبية ومخططات وصور وأشكال توضيحية.

وفي ضوء هذه النقاط تحددت العينات كالآتي (جدول 8):

جدول(8): العينات المنتخبة. (المصدر: الباحثة)

#	اسم المبنى	نوع المشروع	التصنيف	اسم المصمم	المساحة الكلية م2	سنة البناء	بلد المشروع
1	السفارة الهولندية	عام	حاصل على شهادة المجلس الأميركي للمباني الخضراء	المعماري الهولندي رودي يوتن	1250	2009	الأردن
2	كلية التمريض - جامعة الملك سعود بن عبدالعزيز	عام	تصميم المشروع بحيث يكون صديقا للبيئة	مكتب بيركنز اند ويل الأمريكي	3350	قيد التنفيذ	السعودية
3	مركز صباح الأحمد المالي	تجاري	حاصل على شهادة مجلس المباني الخضراء الأميركي	KEO Consultants	100000	2010	الكويت
4	مركز الفيصلية	تجاري	تصميم المشروع بحيث يكون صديقا للبيئة	المعماري البريطاني نورمان فوستر	340000	2000	السعودية
5	مركز المجاز	تجاري	يتأهل للحصول على شهادة مجلس المباني الخضراء	Qatari Home Consultants	15600	2010	قطر
6	مردف سيتي سنتر	تجاري	يتأهل للحصول على شهادة مجلس المباني الخضراء	المعماريين RTKL	25000	2010	الامارات
7	برج المملكة	تجاري	تصميم المشروع صديقا للبيئة	المعماري سكوت بيري	300000	2002	السعودية
8	ابراج ليمتلس	تجاري	يتأهل للحصول على شهادة مجلس المباني الخضراء	المصمم شركة مورفي-جان	97000	قيد التنفيذ	الأردن
9	برج خليفة	تجاري	تصميم المشروع صديقا للبيئة	شركة بريسم انترناشيونال	4,000,000	2009	الامارات
10	مركز البحرين التجاري	تجاري	تصميم المشروع صديقا للبيئة	شركة (اتكينز) العالمية	150000	2007	البحرين

- **تعريف العينات**

تتضمن هذه الفقرة تعريف للمباني الممثلة للعينات المنتخبة، ويهدف هذا التعريف الى اعطاء فكرة أولية عن أهمية المبنى والموقع والخصائص المميزة له وصورة للمبنى، قبل المباشرة بعملية جمع النصوص الواصفة لكل مبنى والمأخوذة من الأدبيات المعمارية ومن تحليل الصور التوضيحية.

المشروع الأول: السفارة الهولندية

مبنى السفارة الهولندية في عمّان قد تأهل كأول مبنى في الأردن للحصول على شهادة المجلس الأميركي للمباني الخضراء. فقد استخدمت السفارة احد المباني القديمة في عمان مع المحافظة على الشكل القديم للمبنى وتمت توسعته من خلال تنفيذ مشروع يتسم بكفاءة الطاقة واستخدام المياه واستغلال الخلايا الشمسية بتوليد الطاقة الكهربائية لإكمال الطاقة المزودة من شبكة الكهرباء الوطنية ونتيجة لذلك فان مبنى السفارة أقل اعتمادا على الوقود المستخرج ويقلل انبعاث غازات البيوت الزجاجية ما سيؤدي إلى استهلاك اقل للكهرباء والتوفير في التكلفة. ويعتمد المبنى على مبدأ تخزين مياه الأمطار في خزانات مياه وذلك لري الحديقة ونظام تهوية طبيعي يعمل كعازل للمبنى ضد الحر والبرد. ويتميز مبنى السفارة بإعادة تصميم الحديقة لتكون منخفضة الاستهلاك للمياه (حدائق الندرة المائية) وذلك بعد إغلاق بركة السباحة والمحافظة على معظم الأشجار التي كانت موجودة فيها. وتم تحويل بركة السباحة القديمة لخزان مياه يعمل على نظام تجميع المياه، وفي فترة الصيف يقوم بتبريد المياه خلال فترة الليل بواسطة مضخة حرارية. استخدام عاكسات شمسية لتقليل الامتصاص الحراري، والسخانات الشمسية لتوفير المياه.



شكل رقم (58): مبنى السفارة الهولندية. (المصدر: http://jordan.nlembassy.org/)

المشروع الثاني: مبنى كلية التمريض- جامعة الملك سعود بن عبد العزيز للعلوم الصحية

المشروع حاليا في مرحلة التنفيذ وهو عبارة عن جامعة لكليات العلوم الصحية والطبية في أربع مدن رئيسية في المملكة (الرياض – جدة – المدينة المنورة – الإحساء) وسنكتفي كمثال على موقع الرياض الذي يمتد على مساحة تزيد على مليون وستمائة ألف متر مربع، وسيتم التركيز على مبنى كلية التمريض، لقد وضعت الاستدامة كأولى الاهتمامات والأولويات أثناء تصميم المشروع بحيث يكون المشروع صديقا للبيئة بالحفاظ على المصادر الطبيعية والاستفادة قدر الإمكان من الموارد الطبيعية المتوفرة في المنطقة.

استخدم المصمم الكاسرات الشمسية والمشربيات لتأمين التظليل الطبيعي في الواجهات المعرضة لأشعة الشمس، مخفضا بذلك من استهلاك الطاقة اللازمة في تكيف المبنى، ودراسة المسطحات الخضراء وتوزيع النباتات والأشجار واستخدام المسطحات المائية حيث تساعد هذه المسطحات المائية والأشجار والموارد الطبيعية المستخدمة في التخفيف من المخزون الحراري في الغلاف الجوي وتعمل كرئة تساعد في تنقية الهواء في المنطقة، واستخدامهم لنظام الاستفادة من الطاقة الشمسية ونظام الاستفادة في توليد الطاقة الكهربائية والتكييف الذاتي ونجد المصمم يدخل بعض العناصر المعمارية التراثية وهي أبراج الرياح " الملقف " محققا بذلك الغرض المرجو منه في تطبيق الاستدامة، وتم استخدام نظام عنفات الهواء فبينما تقوم الملاقف بتخفيض استهلاك الطاقة بغرض التكييف تقوم عنفات الهواء بتوليد الطاقة الكهربائية، وإمكانية تخفيض استهلاك الطاقة بالاعتماد على المصادر الطبيعية وذلك بتوجيه المباني باتجاهات تحد من تعرضها لأشعة الشمس والرياح الباردة.



شكل رقم (59): جامعة الملك سعود بن عبد العزيز للعلوم الصحية. (المصدر: (http://www.ksau-hs.edu.sa/Arabic/Pages/Default.aspx

المشروع الثالث: مركز صباح الأحمد المالي

مشروع مركز صباح الأحمد المالي العالمي الذي صممه مكتب كيو انترناشيونال الاستشاري KEO أول شهادة يحصل عليها مشروع في الكويت من مجلس المباني الخضراء الأميركي ”USGBC“ وذلك بالتصنيف الذهبي (LEED gold level) .

يقع في قلب منطقة الاعمال في شرق العاصمة الكويت على مساحة ستة ألاف متر مربع. مشروع مركز صباح الأحمد المالي العالمي والمكون من برج بارتفاع 40 دوراً بمساحة بناء إجمالية قدرها 100.000 متر مربع على قطعة أرض بمساحة 6000 متر مربع وينتهي البرج بمكاتب كما يضم فندق. وحيث يلبي المشروع التصميم البيئي المستديم (العمارة الخضراء) بما فيها استخدام سلسلة من التوربينات الهوائية ولوحات (PV- photo Voltiac) لتوليد الطاقة للمبنى.

ترجمت الحلول التصميمية كافة متطلبات المالك بما يتلاءم مع البرامج المختلفة والخدمات التي يقدمها المبنى، وذلك من خلال توفير 4 أفنية داخلية بين كل 8 إلى 13 طابق في البرج. حيث تضم 3 منها عددا من المكاتب في حين يحتوي طابق منها على فندق 4 نجوم لرجال الأعمال يضم 200 غرفة. وتوجد صالة التجارة منفصلة في الطابق الأرضي بمساحة 800م² .

تم تزويد المركز المالي بأحدث وسائل الربط والاتصالات الرقمية وشبكات المعلومات والنظم الامنية، ربط المشروع إلكترونيا واستخدام كل الوسائل الذكية لإدارته. أما من حيث التشكيل الخارجي للبرج فالشكل النحتي والظاهر في القمة يساعد في استمالة الرياح حيث تعمل التوربينات الموجودة على السطح على توليد الطاقة من خلالها.



شكل رقم (60): مركز صباح الأحمد المالي. (المصدر: (http://www.mxxy.net/towerwork.htm

المشروع الرابع: مركز الفيصلية بالرياض

يعتبر مركز الفيصلية في الرياض من المشاريع التي تم الاعتماد على التقنية الحديثة في انشائها واستخدام آخر ما وصل اليه العلم في مجال الانشاء والمواد المستخدمة فيه على مساحة من الارض الكلية : 55000 متر مربع، اما المساحة المبنية : 340000 متر مربع.

يتمتع موقع مشروع الفيصلية بمميزات هامة، حيث يقع في حي العليا بين طريقين رئيسيين في الرياض هما طريق الملك فهد وطريق العليا العام ويعتبر حي العليا من اهم المناطق التجارية في الرياض وبهذا يعتبر اختيار المشروع في هذا الموقع له دلالات مبررة لأقامة المركز. يتكون مركز الفيصلية من خمس عناصر توفر تنوعا من المرافق، تشمل بناية مكتبية، وقاعة احتفالات ومركزا تجاريا وفندقا فخما وشققا سكنية ذات مواصفات عالمية، واهم اجزاء المشروع هو برج الفيصلية الذي يبلغ ارتفاعه 267 مترا و يتكون من 30 طابقا . وقد اصبح برج الفيصلية احد اهم معالم الرياض المعمارية، بسبب شكله المميز وارتفاعه الشاهق ويعلوا البرج مطعم على شكل كرة بداخلها ثلاثة ادوار، ذات اطار هيكلي من الالمنيوم، مغطاة من الخارج بالزجاج الذهبي العاكس. والعنصر الثاني، قاعة الاحتفالات صممت للمناسبات الكبيرة ، اذ تتسع الى 4000 مدعواً وتوفر القاعة الرئيسية فراغا كبيرا خاليا من الاعمدة عرضه 57 مترا وطوله 81 مترا وفوقها وضعت ساحة زرعت بالحشائش لتصبح مقدمة للبرج . وهناك بناية ذات ستة ادوار تقوم بدور بهو البرد توصل الى الفندق المكون من عشرة ادوار والى بناية الشقق السكنية ذات الثمانية ادوار. والعنصر الخامس هو المركز التجاري الذي يحوي 33000مترا مربعا من المساحات القابلة للتأجير.



شكل رقم (61): مركز الفيصيلية. (المصدر: (http://www.alriyadh.com/2008/05/18/article343516.html

المشروع الخامس: مركز المجاز

المبنى يقع في الدوحة على شارع المطار الرئيسي، تم تشييده وفق أحدث منظومات المباني الصديقة للبيئة والتي توفر عائدا اقتصاديا مرتفعا في المدى القصير والطويل من توفير للطاقة وأعمال الصيانة والتهوية والأضاءة الطبيعية واستخدام مكونات عالمية تم استيرادها خصيصا لتحقيق المعايير البيئية والاقتصادية، ويقدر الانخفاض في التكلفة التشغيلية للمبنى يقارب 30 % عن أي مبنى تم تشييده بالطرق التقليدية.

تم استخدام المواد الطبيعية في اكثر من 90% من المواد المستخدمة في البناء، حيث شيدت جميع الأرضيات والحوائط الداخلية من الجرانيت والرخام الطبيعي لتؤدي مهمة تحويل الأيونات الموجبة الى ايونات سالبة، واعتمد المبنى جدار خارجيا من 5 طبقات يعمل على خفض الحد الأدنى من التلوث واستهلاك الطاقة، وطبق المبنى نظام الاضاءة والتهوية الطبيعية للحد من استهلاك الطاقة، واستخدم نظام تكييف يعمل بالماء المبرد يخفض 30% من استهلاك الطاقة.

تم تصميم واجهات المبنى الأمامية والخلفية من الزجاج المقوى يوفر اضاءة طبيعية ويحمي من أشعة الشمس الضارة، اما السقف فتم تشييده ليكون بمثابة عازل حراري يقلل الجهد اللازم في عمليات التبريد، وتم تطبيق نظام المراواح التوربينية في مواقف السيارات ليسرع من طرد انبعاثات الغازات، اما الاضاءة فتم استخدام اضاءة داخلية وخارجية تعتمد على تقنية LED التي تستهلك طاقة أقل من المصابيح التقليدية.



شكل رقم (62): مركز المجاز. (المصدر: www.almajaz.com/almajaz3)

المشروع السادس: مردف سيتي سنتر

يعد أول مول تجاري (أخضر) أو صديق للبيئة يتم افتتاحه على مستوى أسواق المنطقة، تم الانتهاء من المركز وشيد وفقاً لمعايير الجودة والمواصفات البيئية وتطبيق تكنولوجيا المباني الخضراء منذ مرحلة التصميم وحتى آخر مرحلة من مراحل إنشائه. حيث يعتمد معاييراً خاصة بنظام الريادة في تصميمات الطاقة والبيئة «LEED» .من أجل التوصل إلى تصنيف الذهب. تم تصميمه بأنظمة تعمل على ترشيد استخدامات الطاقة، بنسب تبلغ نحو 20٪، بينما تم استخدام نحو 50٪ من مواد البناء أعيد تدويرها، المركز يوفر موقفاً للسيارات يستوعب 7000 سيارة ، و12 مدخلاً ومخرجاً. استخدام المواد وتصميم أشكال وعمليات البناء التي تقلل من التأثيرات السلبية على البيئة، وسوف يسهم ذلك في الحفاظ على الموارد الطبيعية بالإضافة إلى تعزيز وحماية البيئة.

يتكون من طابقين، ويتمتع المركز الجديد بموقع استراتيجي عند ملتقى شارعي الإمارات وطرابلس، وتبلغ مساحته 196 ألف متر مربع، تم تخصيص مساحة تبلغ 25 ألف متر مربع للتسلية والترفيه، مثل مركز الطيران الداخلي ومركز التعليم الترفيهي للأطفال، وسيرك كرة القدم التفاعلي ومنطقة الألعاب المائية للأطفال الصغار. وبالرغم من حجمه الكبير إلا أن تصميم مركز التسوق الجديد يوفر بيئة تتسم بالود والدفء والترحاب، حيث يضم التصميم الداخلي عدداً من النوافير المائية والنخيل مما يعطي انطباعاً للزوار بأنهم في واحة داخلية يكملها الضوء الطبيعي.



شكل رقم (63): مردف سيتي سنتر. (المصدر:
(http://www.emaratalyoum.com/business/local/2010-

المشروع السابع: برج المملكة

اكتمل إنشاء مركز المملكة عام 2002م، يقع وسط الرياض، ويُعد مركز المملكة أحد أبرز المعالم الحضارية في المملكة العربية السعودية وأكثرها شهرة. يتوسط برج المملكة تقاطع أهم ثلاث طرق رئيسية في الرياض، في موقع يسهل الوصول إليه، تتعد استعمالاته، ويتميز بإطلالته المميزة والتي يمكن مشاهدتها من أبعد نقطة في المدينة.

بني المركز على أرض مساحتها 230,94 مترا مربعا بمساحة إجمالية 300.000 مترا مربعا، يبلغ ارتفاع البرج 300 مترا، وفيه مسجد الملك عبد الله، ثاني أعلى المساجد في العالم، المسجد مقام على ارتفاع 183 متر "600 قدم" فوق سطح البحر في الطابق الـ77 في برج بالرياض. وبلغت الحفريات 670,000 متر مكعب. والخرسانة 230,000 متر مكعب. والمساحات الزجاجية 85,000 متر مربع. ويحتوي المشروع على 35 مصعدا، 22 درجا متحركا و 3000موقف سيارة. مساحة الدور الواحد للبرج 2225مترا مربعا. تم تصميم البرج انشائيا لمقاومة فعل الرياح ومما ساعد في ذلك التصميم المحدب للمسقط الافقي، صمم البرج العلوي من هيكل معدني بارتفاع 123متر ووزنه 2500طن يتكون من جزئين مرتكزين على البرج الخرساني ومتصلات في ذروتهم العلوية بواسطة جسر معدني يربط بينهم ويحوي شرفة المشاهده.

ويضم مركز المملكة، المقام على مساحة 79000متر مربع، سوق المملكة التجاري الذي يعد أفخم مركز للتسوق في الرياض والمؤلف من ثلاثة أدوار، ويحتوي مركز المملكة على 30 دوراً من بينها أربعة أدوار للخدمات ودوري ميزانين وجسراً معلقاً يربط الطرفين العلويين للبرج. كما يحتوي البرج إضافة إلى المكاتب وحدات سكنية تضم كل منها ثماني شقق تبلغ مساحتها الإجمالية 8.243 متراً مربعاً.



شكل رقم (64): برج المملكة. (المصدر: (http://www.tallestbuildings.com/kingdom-centre.html

المشروع الثامن: ابراج ليمتلس

سيكون البرجان البالغ إرتفاعهما 200 متراً مصممان على اساس احترام المعايير البيئية العالمية مع سلسلة من المبادرات الصديقة للبيئة في مجالات التصميم والبناء وصيانة المباني. ويتألف البرجان من 60 طابقاً يضم أكثر من 550 شقة. أما المستوى الأرضي فيضم ساحةً تصل مساحتها إلى 1000 متر مربع وتتألف من محلات للبيع بالتجزئة ومرافق للنشاطات الترفيهية والاستجمام. كذلك، يرتبط البرجان بباحة خارجية مشتركة تصل مساحتها إلى 5600 متر مربع. وسيتم ربط البرجين بأطول مسبح معلق، بارتفاع 125 متراً فوق عمان.

كما يعد اول برج بالأردن يسعى للحصول على شهادة LEED العالمية، تتجه كتلتي البرج باتجاه الرياح مما يساعد على توليد الطاقة باستخدام ال wind turbines فتم تزويد البرجين بمولدين هوائيين لتوليد الطاقة الكهربائية، وواجهات حجرية مزخرفة تستخدم لتسخين المياه وأنظمة عالية الكفاءة للتمديدات الصحية وإعادة تدوير المياه، مما سيقلل الاستهلاك بنسبة تصل إلى 30 بالمائة، اعلى البرج (السقف المائل) مغطى بخلايا كهروضوئية، وقد تم توجيه المبنى واستخدام القطع الحجرية في الواجهة بحيث يقلل من الحرارة المكتسبة ومن سرعة الرياح بينما توفر الظلال للفراغات الداخلية، وتجميع مياه الامطار والمياه العادمة وإعادة استخدامها، ودراسة حركة الرياح والظلال في الساحات الخارجية، واستخدام الحجر المحلي في الواجهات مما يربطها بالبيئة المحيطة ويدعم الاقتصاد المحلي بينما يقلل تكاليف النقل، تصميم شكل البرج وكيفية معالجة الواجهات يحققان الاستفادة القصوى من الاضاءة النهارية والتهوية الطبيعية مما يقلل من استهلاك الكهرباء. ستساهم أنظمة تدوير المياه في خفض إستهلاك سكان البرجين للطاقة بمعدل 75 ألف ليتر يومياً – أي نسبة 25 في المائة من التوفير، و إستخدام الزجاج الفعّال في مجال الطاقة والأنوار التي تعمل بواسطة الحركة والتكييف.



شكل رقم (65): أبراج ليمتلس. (المصدر: (http://limitless.indemajtech.net/ar/sanaya-amman/sanaya-amman

المشروع التاسع: برج خليفة

تم بناءه في وسط دبي ويبلغ طول البرج 828 مترا والمساحة الإجمالية 4,000,000 متر مربع وسيضم 37 طابقاً كفندق ليضم 403 جناح فندقي. ويستخدم «برج خليفة» ألواح الطاقة الشمسية لتسخين 140 ألف لتر من المياه يومياً، ليتم توزيعها على الوحدات السكنية والتجارية ضمن البرج، وتسهم تقنية تسخين المياه بالطاقة الشمسية في توفير ما يعادل 3200 كيلوواط يومياً، أو 690 ميغاواط ساعة سنوياً. وتعمل الألواح الشمسية على تجميع الطاقة الشمسية، بدلاً من تقنيات توليد الكهرباء باستخدام النظم الفوتوفولطية، وتقع الألواح على مبنى المكاتب الملحق بالبرج، ويبلغ عددها 378 لوحاً، مساحة كل منها 2.7 متر مربع.

كما يستفيد «برج خليفة» من الكثير من الإجراءات التي يجري اتباعها للحد من هدر موارد الطاقة والمياه، حيث يتم تجميع الماء المتكثف من أنظمة التكييف في البرج لتبريد مياه الشرب التي توفرها «هيئة كهرباء ومياه دبي»، ويتم بعد ذلك تجميع الماء المتكثف في خزان كبير لاستخدامه في عمليات ري الحدائق والمسطحات الخضراء المحيطة بالبرج، وسيوفر النظام عند تشغيله نحو 15 مليون غالون من المياه سنوياً. ونظراً للتصميم الذي يمثل ناطحة سحاب عملاقة ذات واجهة زجاجية كاملة دون تظليل كبير للأشعة الشمسية، فقد تم بذل جهد كبير في عمليات التصميم والإنشاء لضمان توافق البرج العملاق مع معايير السلامة البيئية. ولضمان كفاءة استهلاك الطاقة، تم تزويد وحدات معالجة الهواء النقي بعجلات حرارية أو أنظمة ترشيد عندما يكون ذلك ممكناً. وتوظف أنظمة التكييف وتوزيع المياه أنظمة تحكم متطورة للحد من استهلاك الطاقة بشكل جزئي. إضافة إلى أنظمة التظليل الأوتوماتيكية في أجنحة المداخل. ويكثف نظام التهوية في المبنى من المياه سنويا ما يكفي لملء 20 بركة سباحة بالمعايير الأولمبية، وسيتم استخدامها لري الحدائق المحيطة به.



شكل رقم (66): برج خليفة. (المصدر:
(http://www.aboutdubaicity.com/burj-dubai-tower.php

المشروع العاشر: مركز البحرين التجاري

يقع مركز البحرين التجاري العالمي على الواجهة البحرية الشمالية لمدينة المنامة، في قلب منطقة المال والأعمال، وصُمم ليكون مركزاً متطوراً لا نظير له في المنامة، وهو يتألف من برجين يضم كل منهما 50 طابقاً من المكاتب، وهو أول مبنى تجاري في العالم يستخدم توربينات الرياح في توليد الطاقة.

يعتبر مركز البحرين التجاري العالمي المبني الأول من نوعه في العالم حيث يتم تركيب توربينات هوائية في مبنى تجاري متكامل بغرض الاستفادة من طاقة الرياح في توفير مصدر بديل لتوليد الكهرباء. ويبلغ قطر كل من هذه التوربينات الضخمة 29 مترا مدعومة بجسور تمتد بين برجي مركز البحرين التجاري العالمي اللذين يبلغ ارتفاع كل منهما 240 متراً. ومن خلال تصميم البرجين وانسيابيتهما، يندفع نسيم البحر من الخليج إلى مجرى التوربينات لتعمل على توليد طاقة كهربائية أشد فاعلية، التوربينات قادرة على تغطية توليد ما يتراوح بين 11 و15% من الطاقة الكهربائية التي يحتاج إليها مركز البحرين التجاري العالمي، وبذلك تقضي على نحو 55.000 كيلو جرام مكعب من الانبعاثات الكربونية الضارة التي تصرف في البيئة كل عام. وباستعمال التوربينات الهوائية كمصدر بديل للطاقة، ستقوم التوربينات بتوليد ما يتراوح بين 1100 و1300 ميجاوات في الساعة سنوياً، وهو ما يعادل إنارة 300 بيت مدة تزيد على سنة، ويحقق توفيراً كبيراً كل عام، وفقا للنشرة الصادرة على الجهة المنظمة للجائزة يتقدم مركز البحرين على ما سواه من المشاريع المنافسه وفقا لمعايير عدة أبرزها الابتكار في المشروع والكفاءة في استخدام الطاقة. وتزخر أبراج المكاتب بعدد من المواصفات البيئية السليمة الأخرى للاقتصاد في الطاقة منها الاضواء الخارجية التي تغذيها الطاقة الشمسية ومصابيح الفلورسنت الاقتصادية في استهلاك الطاقة وعزل حراري معزز لمواد لاتعكس الضوء اذ يسهم كل هذا في التقليل من الانبعاثات الكربونية.



شكل رقم (67): مركز البحرين التجاري. (المصدر: (http://eng.altlae3.com/showthread.php?t=47

4.3.4 التطبيق والقياس

- **ترميز المتغيرات**

لكشف كيفية تطبيق مفهوم الاستدامة ومبادئ العمارة الخضراء ودور المتغيرات التكنولوجية في تحقيق ذلك، يتطلب تطبيق المقياس المقترح على المباني العشرة، والذي يعتمد على قياسات نوعية تعرف أهم القيم الممكنة لها، وينسجم هذا النوع من القياسات مع جزء كبير من المتغيرات. ومن ثم مناقشة نتائج التطبيق بهدف الوصول الى موقف واضح.

- **تكوين حالة الوصف بما يرتبط بالمفردات (التقنيات) المنتخبة**

في ضوء ما سبق يتسلسل تكوين الحالة في ثلاثة أجزاء:

- الجزء الأول: تكوين نص حالة الوصف الخاصة بمتغيرات كل مبنى، وذلك اعتمادا على النصوص الواصفة للمباني في الأدبيات المعمارية، وفي حالة عدم توفر النص الواصف لحال القياس سيتم الاعتماد على تحليل الأشكال والصور التوضيحية الخاصة بكل مبنى.
- والجزء الثاني: قياس المتغيرات في المباني العشرة، والذي يستند ايجاد قيمتها اعتمادا على نص حالة الوصف المبين في الجزء الأول، والذي وفر المعلومات الكافية لايجاد قيم المتغيرات الخاصة بكل مبنى.
- الجزء الثالث: سيختص بتحليل نتائج التطبيق والتي ستستخلص من استمارات القياس للمتغيرات بعد جمع القيم الخاصة للمباني العشرة في جداول خاصة ووفق كل متغير لكشف مدى تحققها.

- **التطبيق**

تمت عملية التطبيق على العينات العشرة. اذ يمثل (شكل 68) حالة الوصف للمشروع الأول – السفارة الهولندية- المأخوذ من الأدبيات المعمارية ومن تحليل الأشكال والصور التوضيحية في (شكل 69)، ويمثل (شكل 70) قيم المتغيرات للمشروع الأول التي استنبطت من حالة الوصف.

شكل (68): استمارة حالة الوصف - السفارة الهولندية

اسم الاستمارة	تعريف المبنى		رمز المبنى
استمارة حالة الوصف	نوع المبنى	اسم المبنى	م1
	عام	السفارة الهولندية	

أ- المبدأ الأول: الاضاءة

الاعتماد على الإضاءة الطبيعية من خلال النوافذ الواسعة.

ب- المبدأ الثاني: تقليل الكسب الحراري

تصميم الحديقة لتكون منخفضة الاستهلاك للمياه (حدائق الندرة المائية) وذلك بعد إغلاق بركة السباحة والمحافظة على معظم الأشجار التي كانت موجودة فيها، استخدام عاكسات شمسية لتقليل الامتصاص الحراري، وفراغ بين المبنى القائم والتوسعة واستخدامها كطابق خدمات للمعدات الميكانيكية والكهربائية.

ج- المبدأ الثالث: التبريد

ويعتمد المبنى على مبدأ تخزين مياه الأمطار في خزانات مياه وذلك لري الحديقة، وفي فترة الصيف يقوم بتبريد المياه خلال فترة الليل بواسطة مضخة حرارية.

د- المبدأ الرابع: التهوية

نظام تهوية طبيعي يعمل كعازل للمبنى ضد الحر والبرد.

هـ- المبدأ الخامس: توليد وتوفير الطاقة

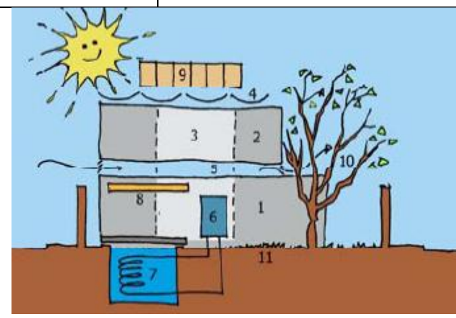
يتسم المبنى بكفاءة الطاقة واستخدام المياه واستغلال الخلايا الشمسية بتوليد الطاقة الكهربائية لإكمال الطاقة المزودة من شبكة الكهرباء الوطنية ونتيجة لذلك فان مبنى السفارة أقل اعتمادا على الوقود المستخرج ويقلل انبعاث غازات البيوت الزجاجية ما سيؤدي إلى استهلاك اقل للكهرباء والتوفير في التكلفة.

و- المبدأ السادس: التسخين

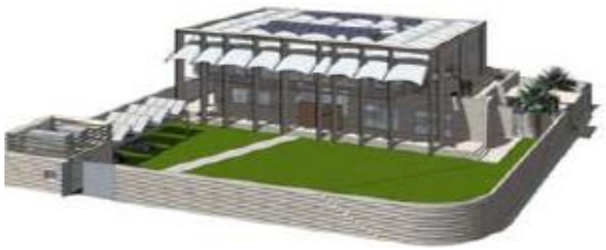
استخدام السخانات الشمسية لتوفير المياه الساخنة، واستغلال بركة السباحة كخزن حراري.

شكل (69): استمارة تحليل الأشكال والصور التوضيحية - السفارة الهولندية

اسم الاستمارة	تعريف المبنى		رمز المبنى
استمارة تحليل الأشكال	نوع المبنى	اسم المبنى	م1
	عام	السفارة الهولندية	



رسم تفصيلي يوضح التقنيات المستخدمة



منظور عام يوضح اجزاء المشروع كاملة وتضام كتلة المبنى.



استخدام المظلات لتوفير الظل والعاكسات الشمسية .



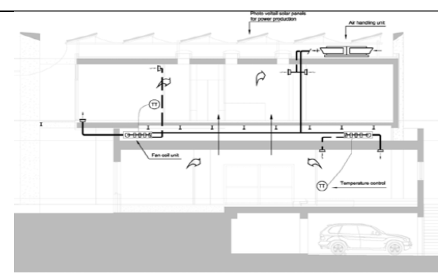
مواد البناء المستخدمة في المبنى، الحجر والزجاج والامنيوم.



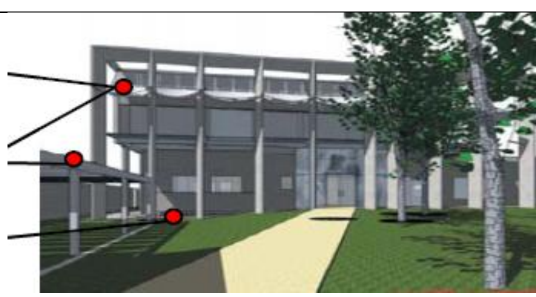
الاضاءة الليلية في المبنى.



مقطع طولي في المبنى يوضح قلة عمق الفراغات الداخلية.



مقطع عرضي يوضح الخلايا الكهروضوئية على السقف والسخانات الشمسية وآلية التهوية.



بروزات في المبنى: تظليل اجزاء الكتل العلوية في المبنى على الجزء السفلي.

شكل(70): استمارة قياس المتغيرات - السفارة الهولندية

اسم الاستمارة	تعريف المبنى		رمز المبنى
استمارة قياس المتغيرات	نوع المبنى	اسم المبنى	م1
	عام	السفارة الهولندية	

المبدأ	الرمز	التقنية	مستوى التقنية	التقييم
(أ) الاضاءة	أ.1	التوجيه لأشعة الشمس	بسيطة	محقق
	أ.2	عمق المخطط البنائي قليل	بسيطة	محقق
	أ.3	الاضاءة الطبيعية	بسيطة	محقق
	أ.4	نظم الإضاءة الشمسية الهجينة	حديثة	غير محقق
	أ.5	الزجاج المضاعف العازل	حديثة	محقق
	أ.6	النوافذ المتحركة اتوماتيكيا	حديثة	متوازن
	أ.7	أنظمة الاضاءة الذكية	حديثة	محقق
(ب) تقليل الكسب الحراري	ب.1	شكل المبنى متضام	بسيطة	محقق
	ب.2	مواد البناء محلية	بسيطة	محقق
	ب.3	ألوان غلاف المباني فاتحة	بسيطة	محقق
	ب.4	تظليل الكتل بعضها	بسيطة	محقق
	ب.5	العزل الحرارى	بسيطة	محقق
	ب.6	نسبة مساحة السطح منخفضة إلى حجمه	بسيطة	محقق
	ب.7	تظليل النوافذ	بسيطة	محقق
	ب.8	مواد عاكسة	حديثة	محقق
(ج) التبريد	ج.1	طمر أجزاء من المبنى في الارض	بسيطة	متوازن
	ج.2	فناء المبنى	بسيطة	غير محقق
	ج.3	استخدام المياه	بسيطة	محقق
	ج.4	التبريد التبخيري	بسيطة	محقق

	ج.5	تفاصيل وعناصر معمارية تقليدية	بسيطة	محقق
	ج.6	النباتات – الأسطح الخضراء	بسيطة	غير محقق
	ج.7	أنظمة تبريد	حديثة	محقق
	ج.8	المضخات الارضية	حديثة	محقق
(د) التهوية	د.1	التنظيم الفراغي	بسيطة	محقق
	د.2	استخدام بيت الدرج كأبراج تهوية	بسيطة	غير محقق
	د.3	الفتحات متقابلة	بسيطة	غير محقق
	د.4	الجدار المزدوج	بسيطة	محقق
	د.5	نظام تهوية ميكانيكية	حديثة	محقق
(هـ) توليد وتوفير الطاقة	هـ.1	الخلايا الفوتوفولتية	حديثة	محقق
	هـ.2	توربينات الرياح	حديثة	متوازن
	هـ.3	خلايا وقود الغاز الطبيعي	حديثة	غير محقق
	هـ.4	أنظمة تحكم آلية	حديثة	غير محقق
	هـ.5	ادوات ومعدات كفؤة للطاقة	حديثة	محقق
	هـ.6	نظام حساسات الطقس	حديثة	غير محقق
	هـ.7	مواد بناء ذات طاقة عالية	حديثة	محقق
	هـ.8	بناء جاهز	حديثة	محقق
	هـ.9	وحدة معالجة المياه الرمادية	حديثة	غير محقق
(و) التسخين	و.1	السخانات الشمسية	حديثة	محقق
	و.2	أنظمة تدفئة	حديثة	محقق
	و.3	نظام استرداد الطاقة	حديثة	غير محقق

شكل (71): استمارة حالة الوصف – مبنى كلية التمريض جامعة الملك سعود بن عبدالعزيز للعلوم

<table dir="rtl">
<tr><td>اسم الاستمارة</td><td colspan="2">تعريف المبنى</td><td>رمز المبنى</td></tr>
<tr><td rowspan="2">استمارة حالة الوصف</td><td>نوع المبنى</td><td>اسم المبنى</td><td rowspan="2">م2</td></tr>
<tr><td>عام</td><td>مبنى كلية التمريض جامعة الملك سعود</td></tr>
</table>

أ- المبدأ الأول: الاضاءة

اعتماد المباني على الإنارة الطبيعية، نظام الأرفف الشمسية والتي تؤمن الإنارة الطبيعية المرغوبة بشكل كبير في المباني التعليمية، الإضاءة ذات الكفاءة العالية المزودة بأجهزة لاستشعار ضوء النهار ونسبة الإشغال.

ب- المبدأ الثاني: تقليل الكسب الحراري

استخدام الكاسرات الشمسية والمشربيات لتأمين التظليل الطبيعي في الواجهات المعرضة لأشعة الشمس مخفضا بذلك من استهلاك الطاقة اللازمة في تكيف المبنى. تخفيض استهلاك الطاقة بالاعتماد على المصادر الطبيعية وذلك بتوجيه المباني باتجاهات تحد من تعرضها لأشعة الشمس والرياح الباردة، واختيار مواد البناء الطبيعية الصديقة للبيئة والاعتماد ما أمكن على قابلية التكرير، نظام الكتل الحرارية الذي يقوم على اختيار مواد بناء طبيعية تساهم في العزل.

ج- المبدأ الثالث: التبريد

توزيع المباني حول الساحة الرئيسية بحيث تكون المباني جزءا لايتجزأ من الطبيعة، (وكأنها تخلق فناء داخلي) ودراسة المسطحات الخضراء وتوزيع النباتات والأشجار واستخدام المسطحات المائية حيث تساعد في التخفيف من المخزون الحراري في الغلاف نظام التبريد والترطيب والتبخير الذي يعد هاما جدا وخاصة في البيئة الجافة.

د- المبدأ الرابع: التهوية

استخدام العناصر المعمارية التراثية وهي أبراج الرياح " الملقف "، الاعتماد على التهوية الطبيعية.

هـ- المبدأ الخامس: توليد وتوفير الطاقة

الاستفادة من الطاقة الشمسية في توليد الطاقة الكهربائية ، نظام عنفات الهواء. مصفوفات الخلايا الكهربائية الضوئية .

و- المبدأ السادس: التسخين

صمم السقف ليضم مصفوفات ضخمة من الخلايا الحرارية الشمسية لتوفير الماء الساخن.

شكل (72): استمارة تحليل الأشكال - مبنى كلية التمريض جامعة الملك سعود بن عبدالعزيز للعلوم

<table>
<tr><td>اسم الاستمارة</td><td colspan="2">تعريف المبنى</td><td>رمز المبنى</td></tr>
<tr><td rowspan="2">استمارة تحليل الأشكال</td><td>نوع المبنى</td><td>اسم المبنى</td><td rowspan="2">م2</td></tr>
<tr><td>عام</td><td>مبنى كلية التمريض جامعة الملك سعود</td></tr>
</table>

 توزيع مباني الجامعة، والافنية الداخلية ضمن الكتل والملاقف لتحقيق تبريد طبيعي.	 مواد البناء المحلية المستخدمة في مباني الجامعة.
 استخدام الزجاج في بعض واجهات المبنى.	 تقارب كتل المباني على بعضها البعض لتوفير الظل
 كثرة المساحات الخضراء المزروعة والمسطحات المائية الخارجية.	 استخدام مظلات واسقف معلقة لتوفير الظل في الساحات الخارجية والممرات.
 كاسرات شمسية امام الاسطح الزجاجية.	 الخلايا الكهروضوئية على اسطح المباني.

شكل(73): استمارة قياس المتغيرات - مبنى كلية التمريض جامعة الملك سعود بن عبدالعزيز للعلوم

اسم الاستمارة	تعريف المبنى		رمز المبنى
استمارة قياس المتغيرات	نوع المبنى	اسم المبنى	م2
	عام	مبنى كلية التمريض جامعة الملك سعود	

المبدأ	**الرمز**	**التقنية**	**مستوى التقنية**	**التقييم**
(أ) الاضاءة	أ.1	التوجيه لأشعة الشمس	بسيطة	محقق
	أ.2	عمق المخطط البنائي قليل	بسيطة	محقق
	أ.3	الاضاءة الطبيعية	بسيطة	محقق
	أ.4	نظم الإضاءة الشمسية الهجينة	حديثة	محقق
	أ.5	الزجاج المضاعف العازل	حديثة	محقق
	أ.6	النوافذ المتحركة اتوماتيكيا	حديثة	غير محقق
	أ.7	أنظمة الاضاءة الذكية	حديثة	محقق
(ب) تقليل الكسب الحراري	ب.1	شكل المبنى متضام	بسيطة	محقق
	ب.2	مواد البناء محلية	بسيطة	محقق
	ب.3	ألوان غلاف المباني فاتحة	بسيطة	محقق
	ب.4	تظليل الكتل على بعضها	بسيطة	محقق
	ب.5	العزل الحرارى	بسيطة	محقق
	ب.6	نسبة مساحة السطح منخفضة إلى حجمه	بسيطة	محقق
	ب.7	تظليل النوافذ	بسيطة	محقق
	ب.8	مواد عاكسة	حديثة	متوازن
(ج) التبريد	ج.1	طمر أجزاء من المبنى في الارض	بسيطة	غير محقق
	ج.2	فناء المبنى	بسيطة	محقق
	ج.3	استخدام المياه	بسيطة	محقق
	ج.4	التبريد التبخيري	بسيطة	غير محقق

	ج.5	تفاصيل وعناصر معمارية تقليدية	بسيطة	محقق
	ج.6	النباتات – الأسطح الخضراء	بسيطة	محقق
	ج.7	أنظمة تبريد	حديثة	محقق
	ج.8	المضخات الارضية	حديثة	غير محقق
(د) التهوية	د.1	التنظيم الفراغي	بسيطة	محقق
	د.2	أبراج تهوية	بسيطة	محقق
	د.3	تقابل الفتحات	بسيطة	محقق
	د.4	الجدار المزدوج	بسيطة	غير محقق
	د.5	نظام تهوية ميكانيكية	حديثة	محقق
(هـ) توليد وتوفير الطاقة	هـ.1	الخلايا الفوتوفولتية	حديثة	محقق
	هـ.2	توربينات الرياح	حديثة	محقق
	هـ.3	خلايا وقود الغاز الطبيعي	حديثة	غير محقق
	هـ.4	أنظمة تحكم آلية	حديثة	محقق
	هـ.5	ادوات ومعدات كفؤة للطاقة	حديثة	محقق
	هـ.6	نظام حساسات الطقس	حديثة	غير محقق
	هـ.7	مواد بناء ذات طاقة عالية	حديثة	متوازن
	هـ.8	بناء جاهز	حديثة	محقق
	هـ.9	وحدة معالجة المياه الرمادية	حديثة	محقق
(و) التسخين	و.1	السخانات الشمسية	حديثة	محقق
	و.2	أنظمة تدفئة	حديثة	محقق
	و.3	نظام استرداد الطاقة	حديثة	محقق

شكل (74): استمارة حالة الوصف - مركز صباح الأحمد المالي

اسم الاستمارة	تعريف المبنى		رمز المبنى
استمارة حالة الوصف	نوع المبنى	اسم المبنى	م3
	تجاري	مركز صباح الأحمد المالي	

أ- المبدأ الأول: الاضاءة

توفير الاضاءة الطبيعية من خلال النوافذ الزجاجية التي تمتد على طول الواجهة. وانظمة الاضاءة الذكية لتوفير الطاقة.

ب- المبدأ الثاني: تقليل الكسب الحراري

أما من حيث التشكيل الخارجي للبرج فالشكل النحتي والظاهر في القمة يساعد في استمالة الرياح حيث تعمل التوربينات الموجودة على السطح على توليد الطاقة من خلالها.

ج- المبدأ الثالث: التبريد

توفير 4 أفنية داخلية بين كل 8 إلى 13 طابق في البرج.حيث تضم 3 منها عددا من المكاتب.

د- المبدأ الرابع: التهوية

استخدام أنظمة التهوية الميكانيكية.

هـ- المبدأ الخامس: توليد وتوفير الطاقة

استخدام سلسلة من التوربينات الهوائية ولوحات(PV- photo Voltiac) لتوليد الطاقة للمبنى. تم تزويد المركز المالي بأحدث وسائل الربط والاتصالات الرقمية وشبكات المعلومات والنظم الامنية، ربط المشروع إلكترونيا واستخدام كل الوسائل الذكية لإدارته.

و- المبدأ السادس: التسخين

استخدام عدد من الواح السخانات الشمسية لتوفير المياه الساخنة. وانظمة لاسترداد الطاقة.

شكل (75): استمارة تحليل الأشكال والصورالتوضيحية - مركز صباح الأحمد المالي

اسم الاستمارة	تعريف المبنى		رمز المبنى
	نوع المبنى	اسم المبنى	
استمارة تحليل الأشكال	تجاري	مركز صباح الأحمد المالي	م3



انكشاف اسطح المبنى للأشعة الشمس.



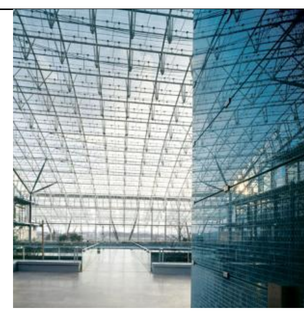
تظليل الواجهات الزجاجية من الداخل بستائر موفرة للظل.



عمق الفراغات الداخلية ضمن المبنى.



المراوح التوربينية لتوليد الطاقة المستخدمة في المبنى



الاضاءة الطبيعية ضمن الفراغات الداخلية.



سيطرة مادة الزجاج على الواجهات الخارجية.



واجهات المبنى مسطحة ولا تظلل كتل المبنى بعضها.



خلايا كهروضوئية لتوليد الطاقة الكهربائية.

شكل(76): استمارة قياس المتغيرات - مركز صباح الأحمد المالي

اسم الاستمارة	تعريف المبنى		رمز المبنى
استمارة قياس المتغيرات	نوع المبنى	اسم المبنى	م3
	تجاري	مركز صباح الأحمد المالي	

المبدأ	الرمز	التقنية	مستوى التقنية	التقييم
(أ) الاضاءة	أ.1	التوجيه لأشعة الشمس	بسيطة	غير محقق
	أ.2	عمق المخطط البنائي قليل	بسيطة	غير محقق
	أ.3	الاضاءة الطبيعية	بسيطة	محقق
	أ.4	نظم الإضاءة الشمسية الهجينة	حديثة	محقق
	أ.5	الزجاج المضاعف العازل	حديثة	محقق
	أ.6	النوافذ المتحركة اتوماتيكيا	حديثة	غير محقق
	أ.7	أنظمة الاضاءة الذكية	حديثة	محقق
(ب) تقليل الكسب الحراري	ب.1	شكل المبنى متضام	بسيطة	محقق
	ب.2	مواد البناء محلية	بسيطة	غير محقق
	ب.3	ألوان غلاف المباني فاتحة	بسيطة	محقق
	ب.4	تظليل الكتل على بعضها	بسيطة	متوازن
	ب.5	العزل الحرارى	بسيطة	محقق
	ب.6	نسبة مساحة السطح منخفضة إلى حجمه	بسيطة	غير محقق
	ب.7	تظليل النوافذ	بسيطة	غير محقق
	ب.8	مواد عاكسة	حديثة	غير محقق
(ج) التبريد	ج.1	طمر أجزاء من المبنى في الارض	بسيطة	غير محقق
	ج.2	فناء المبنى	بسيطة	محقق
	ج.3	استخدام المياه	بسيطة	غير محقق
	ج.4	التبريد التبخيري	بسيطة	غير محقق

	ج.5	تفاصيل وعناصر معمارية تقليدية	بسيطة	متوازن
	ج.6	النباتات – الأسطح الخضراء	بسيطة	محقق
	ج.7	أنظمة تبريد	حديثة	محقق
	ج.8	المضخات الارضية	حديثة	غير محقق
(د) التهوية	د.1	التنظيم الفراغي	بسيطة	محقق
	د.2	أبراج تهوية	بسيطة	متوازن
	د.3	النوافذ والابواب على نفس الخط	بسيطة	غير محقق
	د.4	الجدار المزدوج	بسيطة	غير محقق
	د.5	نظام تهوية ميكانيكية	حديثة	محقق
(هـ) توليد وتوفير الطاقة	هـ.1	الخلايا الفوتوفولتية	حديثة	محقق
	هـ.2	توربينات الرياح	حديثة	محقق
	هـ.3	خلايا وقود الغاز الطبيعي	حديثة	غير محقق
	هـ.4	أنظمة تحكم آلية	حديثة	محقق
	هـ.5	ادوات ومعدات كفؤة للطاقة	حديثة	محقق
	هـ.6	نظام حساسات الطقس	حديثة	محقق
	هـ.7	مواد بناء ذات طاقة عالية	حديثة	محقق
	هـ.8	بناء جاهز	حديثة	محقق
	هـ.9	وحدة معالجة المياه الرمادية	حديثة	محقق
(و) التسخين	و.1	السخانات الشمسية	حديثة	محقق
	و.2	أنظمة تدفئة	حديثة	متوازن
	و.3	نظام استرداد الطاقة	حديثة	غير محقق

شكل (77): استمارة حالة الوصف - برج الفيصلية

اسم الاستمارة	تعريف المبنى		رمز المبنى
استمارة حالة الوصف	نوع المبنى	اسم المبنى	م4
	تجاري	برج الفيصلية	

أ- المبدأ الأول: الاضاءة

استخدمت تقنيات متنوعة في الاضاءة. وحدات الاضاءة من نوع تنجستين هالوجن 150 واط استخدمت لاضاءة HIT بقوة 70 واط وتضاء الادوار في الليل باستخدام وحدات اضاءة فلورسنت 42واط في محيط كل طابق . والادوار التي بها الجسور العارضة، مكسية من الخارج بالزجاج في الادوار السفلية وبمظلات الالمنيوم في الادوار العلوية، الواجهات الزجاجية، تم تصنيعها وفق تقنية متقدمة لتعطي نسبة شفافية عالية لتوفير الرؤية ولعكس الاشعة البنفسجية.

ب- المبدأ الثاني: تقليل الكسب الحراري

الخرسانة المسلحة المغطاة من الخارج بالواح الالمنيوم الفضية وبالالواح الزجاجية المزدوجة. ولتقليل تكاليف الطاقة فقد زودت الادوار بمظلات (كاسرات الشمس افقية) تبرز عن الجدار الخارجي في كل دور. ويعلو البرج مطعم على شكل كرة، ذات اطار هيكلي من الالمنيوم، مغطاة من الخارج بالزجاج الذهبي العاكس، اما البهو من الزجاج المطفأ المقوي، المؤلف من الواح مطوقة تم عمل جميع التجارب الخاصة من كفاءة العزل، واستخدام الصوف الصخري.

ج- المبدأ الثالث: التبريد

يقوم على فكرة استخدام التبريد بالماء water chillers ولكن بإستخدام storage ice في حالة استخدامه وقت الذروة لتوفير الاستهلاك في الطاقة ويتم انتاج المياه المثلجة عندما ينخفض الاستهلاك على استخدام التكييف.

د- المبدأ الرابع: التهوية

أنظمة تهوية ميكانيكية.

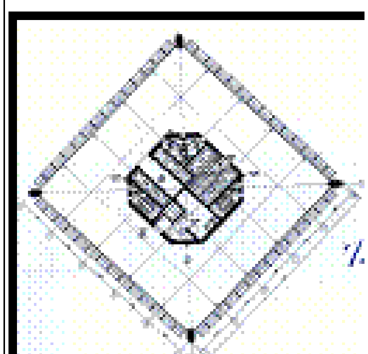
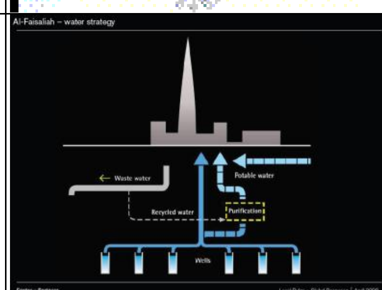
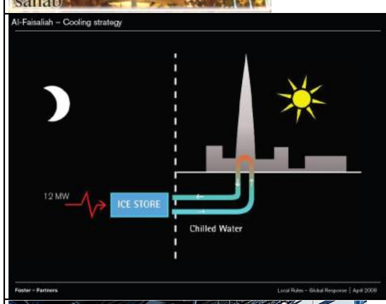
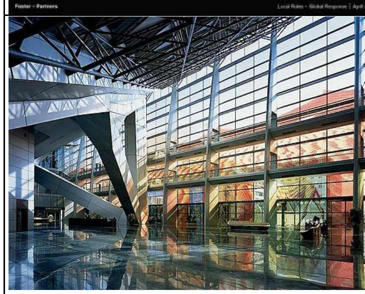
هـ- المبدأ الخامس: توليد وتوفير الطاقة

نظام تحكمي شبكي ذكي، قد زودت باكثر انظمة الامن والسلامة تطورا بما في ذلك انظمة الكترونية.

و- المبدأ السادس: التسخين استخدام انظمة استرداد الطاقة عن طريق العجلة الحرارية.

شكل (78): استمارة تحليل الأشكال والصورالتوضيحية - برج الفيصلية

<table dir="rtl">
<tr><td>اسم الاستمارة</td><td colspan="2">تعريف المبنى</td><td>رمز المبنى</td></tr>
<tr><td rowspan="2">استمارة تحليل الأشكال</td><td>نوع المبنى</td><td>اسم المبنى</td><td rowspan="2">م4</td></tr>
<tr><td>تجاري</td><td>برج الفيصلية</td></tr>
</table>

<table dir="rtl">
<tr><td>اطار هيكلي من الالمنيوم، مغطاة من الخارج بالزجاج الذهبي العاكس</td><td></td><td>الزجاج المستخدم في المبنى.</td><td></td></tr>
<tr><td>المسقط الافقي للبرج يوضح تركيز الخدمات في الوسط والفراغلت التجارية على الاطراف.</td><td></td><td>الاضاءة الليلية للبرج.</td><td>
</td></tr>
<tr><td>استراتيجية تدوير وتخزين المياه.</td><td>
</td><td>استرايجية التبريد.</td><td>
</td></tr>
<tr><td>كاسرات الشمس امام الواجهة الزجاجية.</td><td></td><td>لقطة داخلية في البرج توضح عمق الفراغات الداخلية.</td><td></td></tr>
</table>

شكل(79): استمارة قياس المتغيرات - برج الفيصلية

اسم الاستمارة	تعريف المبنى		رمز المبنى
	نوع المبنى	اسم المبنى	
استمارة قياس المتغيرات	تجاري	برج الفيصلية	م4

المبدأ	الرمز	التقنية	مستوى التقنية	التقييم
(أ) الاضاءة	أ.1	التوجيه لأشعة الشمس	بسيطة	محقق
	أ.2	عمق المخطط البنائي قليل	بسيطة	غير محقق
	أ.3	الاضاءة الطبيعية	بسيطة	محقق
	أ.4	نظم الإضاءة الشمسية الهجينة	حديثة	محقق
	أ.5	الزجاج المضاعف العازل	حديثة	محقق
	أ.6	النوافذ المتحركة اتوماتيكيا	حديثة	غير محقق
	أ.7	أنظمة الاضاءة الذكية	حديثة	محقق
(ب) تقليل الكسب الحراري	ب.1	شكل المبنى متضام	بسيطة	محقق
	ب.2	مواد البناء محلية	بسيطة	غير محقق
	ب.3	ألوان غلاف المباني فاتحة	بسيطة	غير محقق
	ب.4	تظليل الكتل على بعضها	بسيطة	غير محقق
	ب.5	العزل الحرارى	بسيطة	محقق
	ب.6	نسبة مساحة السطح منخفضة إلى حجمه	بسيطة	غير محقق
	ب.7	تظليل النوافذ	بسيطة	محقق
	ب.8	مواد عاكسة	حديثة	محقق
(ج) التبريد	ج.1	طمر أجزاء من المبنى في الارض	بسيطة	غير محقق
	ج.2	فناء المبنى	بسيطة	غير محقق
	ج.3	استخدام المياه	بسيطة	غير محقق
	ج.4	التبريد التبخيري	بسيطة	غير محقق

	ج.5	تفاصيل وعناصر معمارية تقليدية	بسيطة	غير محقق
	ج.6	النباتات – الأسطح الخضراء	بسيطة	غير محقق
	ج.7	أنظمة تبريد	حديثة	محقق
	ج.8	المضخات الارضية	حديثة	محقق
(د) التهوية	د.1	التنظيم الفراغي	بسيطة	محقق
	د.2	أبراج تهوية	بسيطة	متوازن
	د.3	فتحات متقابلة	بسيطة	غير محقق
	د.4	الجدار المزدوج	بسيطة	غير محقق
	د.5	نظام تهوية ميكانيكية	حديثة	محقق
(هـ) توليد وتوفير الطاقة	هـ.1	الخلايا الفوتوفولتية	حديثة	غير محقق
	هـ.2	توربينات الرياح	حديثة	غير محقق
	هـ.3	خلايا وقود الغاز الطبيعي	حديثة	غير محقق
	هـ.4	أنظمة تحكم آلية	حديثة	محقق
	هـ.5	ادوات ومعدات كفؤة للطاقة	حديثة	محقق
	هـ.6	نظام حساسات الطقس	حديثة	غير محقق
	هـ.7	مواد بناء ذات طاقة عالية	حديثة	محقق
	هـ.8	بناء جاهز	حديثة	محقق
	هـ.9	وحدة معالجة المياه الرمادية	حديثة	محقق
(و) التسخين	و.1	السخانات الشمسية	حديثة	محقق
	و.2	أنظمة تدفئة	حديثة	غير محقق
	و.3	نظام استرداد الطاقة	حديثة	غير محقق

شكل (80): استمارة حالة الوصف - مركز المجاز

اسم الاستمارة	تعريف المبنى		رمز المبنى
استمارة حالة الوصف	نوع المبنى	اسم المبنى	م5
	تجاري	مركز المجاز	

أ- المبدأ الأول: الاضاءة

طبق المبنى نظام الاضاءة والتهوية الطبيعية للحد من استهلاك الطاقة، وتم تصميم واجهات المبنى الأمامية والخلفية من الزجاج المقوى يوفر اضاءة طبيعية ويحمي من أشعة الشمس الضارة، اما الاضاءة فتم استخدام اضاءة داخلية وخارجية تعتمد على تقنية LED التي تستهلك طاقة أقل من المصابيح التقليدية.

ب- المبدأ الثاني: تقليل الكسب الحراري

تم استخدام المواد الطبيعية في اكثر من 90% من المواد المستخدمة في البناء، حيث شيدت جميع الأرضيات والحوائط الداخلية من الجرانيت والرخام الطبيعي لتؤدي مهمة تحويل الأيونات الموجبة الى ايونات سالبة، واعتمد المبنى جدار خارجيا من 5 طبقات يعمل على خفض الحد الأدنى من التلوث واستهلاك الطاقة.

ج- المبدأ الثالث: التبريد

واستخدم نظام تكييف يعمل بالماء المبرد يخفض 30% من استهلاك الطاقة، اما السقف فتم تشييده ليكون بمثابة عازل حراري يقلل الجهد اللازم في عمليات التبريد.

د- المبدأ الرابع: التهوية

وطبق المبنى نظام الاضاءة والتهوية الطبيعية للحد من استهلاك الطاقة.

هـ- المبدأ الخامس: توليد وتوفير الطاقة

تم استخدام اجهزة وادوات توفر في استهلاك الطاقة، بالاضافة الى وحدة معالجة للمياه العادمة ضمن المبنى.

و- المبدأ السادس: التسخين

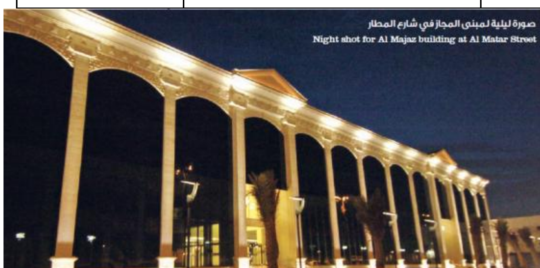
استخدام السخانات الشمسية لتسخين المياه.

شكل (81): استمارة تحليل الأشكال والصورالتوضيحية - مركز المجاز

اسم الاستمارة	تعريف المبنى		رمز المبنى
استمارة تحليل الأشكال	نوع المبنى	اسم المبنى	م5
	تجاري	مركز المجاز	



الواجهات الخارجية مسطحة ومنكشفة لاشعة الشمس.



الاضاءة الليلية الخارجية للمبنى.

استخدام المياه كالنوافير والمسطحات المائية داخل المبنى.



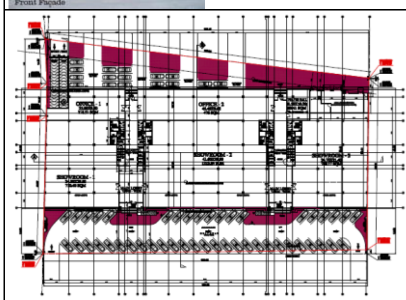
سيطرة استخدام الزجاج على الواجهة الامامية.



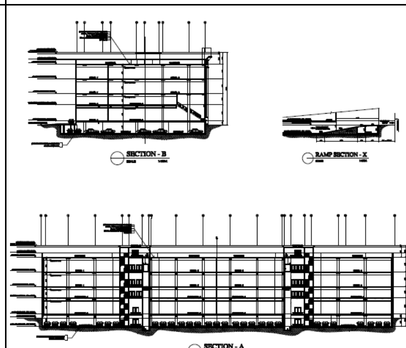
استخدام المسطحات المائية خارج المبنى.



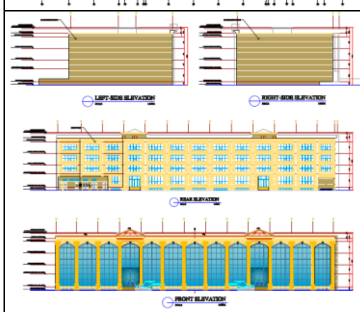
مخطط الطابق الارضي



مقطع طولي وعرضي في المبنى يوضح عمق المخطط الفراغي



واجهات المبنى الامامية والخلفية والجانبيتان



شكل(82): استمارة قياس المتغيرات - مركز المجاز

اسم الاستمارة	تعريف المبنى		رمز المبنى
استمارة قياس المتغيرات	نوع المبنى	اسم المبنى	م5
	تجاري	مركز المجاز	

المبدأ	الرمز	التقنية	مستوى التقنية	التقييم
(أ) الاضاءة	أ.1	التوجيه لأشعة الشمس	بسيطة	محقق
	أ.2	عمق المخطط البنائي قليل	بسيطة	متوازن
	أ.3	الاضاءة الطبيعية	بسيطة	محقق
	أ.4	نظم الإضاءة الشمسية الهجينة	حديثة	محقق
	أ.5	الزجاج المضاعف العازل	حديثة	محقق
	أ.6	النوافذ المتحركة اتوماتيكيا	حديثة	متوازن
	أ.7	أنظمة الاضاءة الذكية	حديثة	محقق
(ب) تقليل الكسب الحراري	ب.1	شكل المبنى متضام	بسيطة	محقق
	ب.2	مواد البناء محلية	بسيطة	محقق
	ب.3	ألوان غلاف المباني فاتحة	بسيطة	محقق
	ب.4	تظليل الكتل على بعضها	بسيطة	غير محقق
	ب.5	العزل الحرارى	بسيطة	محقق
	ب.6	نسبة مساحة السطح منخفضة إلى حجمه	بسيطة	محقق
	ب.7	تظليل النوافذ	بسيطة	غير محقق
	ب.8	مواد عاكسة	حديثة	متوازن
(ج) التبريد	ج.1	طمر أجزاء من المبنى في الارض	بسيطة	غير محقق
	ج.2	فناء المبنى	بسيطة	غير محقق
	ج.3	استخدام المياه	بسيطة	محقق
	ج.4	التبريد التبخيري	بسيطة	غير محقق

	ج.5	تفاصيل وعناصر معمارية تقليدية	بسيطة	غير محقق
	ج.6	النباتات – الأسطح الخضراء	بسيطة	غير محقق
	ج.7	أنظمة تبريد	حديثة	محقق
	ج.8	المضخات الارضية	حديثة	غير محقق
(د) التهوية	د.1	التنظيم الفراغي	بسيطة	غير محقق
	د.2	أبراج تهوية	بسيطة	متوازن
	د.3	فتحات متقابلة	بسيطة	متوازن
	د.4	الجدار المزدوج	بسيطة	غير محقق
	د.5	نظام تهوية ميكانيكية	حديثة	محقق
(هـ) توليد وتوفير الطاقة	هـ.1	الخلايا الفوتوفولتية	حديثة	محقق
	هـ.2	توربينات الرياح	حديثة	متوازن
	هـ.3	خلايا وقود الغاز الطبيعي	حديثة	غير محقق
	هـ.4	أنظمة تحكم آلية	حديثة	محقق
	هـ.5	ادوات ومعدات كفؤة للطاقة	حديثة	محقق
	هـ.6	نظام حساسات الطقس	حديثة	متوازن
	هـ.7	مواد بناء ذات طاقة عالية	حديثة	محقق
	هـ.8	بناء جاهز	حديثة	محقق
	هـ.9	وحدة معالجة المياه الرمادية	حديثة	محقق
(و) التسخين	و.1	السخانات الشمسية	حديثة	محقق
	و.2	أنظمة تدفئة	حديثة	غير محقق
	و.3	نظام استرداد الطاقة	حديثة	غير محقق

شكل (83): استمارة حالة الوصف - مردف سيتي سنتر

اسم الاستمارة	تعريف المبنى		رمز المبنى
استمارة حالة الوصف	نوع المبنى	اسم المبنى	م6
	تجاري	مردف سيتي سنتر	

أ- المبدأ الأول: الاضاءة

التركيز على الضوء الطبيعي ضمن المبنى.

ب- المبدأ الثاني: تقليل الكسب الحراري

تم استخدام نحو 50٪ من مواد البناء المحلية ومن مواد أعيد تدويرها، استخدام المواد وتصميم أشكال وعمليات البناء التي تقلل من التأثيرات السلبية على البيئة.

ج- المبدأ الثالث: التبريد

يضم التصميم الداخلي عدداً من النوافير المائية والنخيل والزراعة الداخلية مما يساعد في تخفيض درجات الحرارة الداخلية.

د- المبدأ الرابع: التهوية

اعتماد انظمة التهوية الميكانيكية ضمن المبنى.

هـ- المبدأ الخامس: توليد وتوفير الطاقة

تم تصميمه بأنظمة تعمل على ترشيد استخدامات الطاقة، بنسب تبلغ نحو 20٪، والخلايا الكهروضوئية لتوفير جزء من الطاقة التي يستهلكها المبنى.

و- المبدأ السادس: التسخين

استخدام السخانات الشمسية لتوفير المياه الساخنة. ونظام لاسترجاع الحرارة ضمن المبنى.

شكل (84): استمارة تحليل الأشكال والصورالتوضيحية - مردف سيتي سنتر

اسم الاستمارة	تعريف المبنى		رمز المبنى
استمارة تحليل الأشكال	نوع المبنى	اسم المبنى	م6
	تجاري	مردف سيتي سنتر	

 استخدام الخلايا الكهروضوئية على اسقف المباني.	 الاضاءة الليلية الخارجية ضمن المبنى.
 اعتماد الزراعة الداخلية ضمن المبنى.	 فتحات زجاجية علوية لتوفير الاضاءة الطبيعية.
 الانتشار الافقي لكتل المبنى، ومواد البناء المستخدمة.	 عمق الفراغات الداخلية والمخطط الفراغي.
 توجيه المبنى ضمن الموقع أخذ بالاعتبار مسارات الحركة.	 تغطية الفتحات الزجاجية لتوفر الظل.

شكل(85): استمارة قياس المتغيرات - مردف سيتي سنتر

اسم الاستمارة	تعريف المبنى		رمز المبنى
استمارة قياس المتغيرات	نوع المبنى	اسم المبنى	م6
	تجاري	مردف سيتي سنتر	

المبدأ	الرمز	التقنية	مستوى التقنية	التقييم
(أ) الاضاءة	أ.1	التوجيه لأشعة الشمس	بسيطة	غير محقق
	أ.2	عمق المخطط البنائي قليل	بسيطة	غير محقق
	أ.3	الاضاءة الطبيعية	بسيطة	محقق
	أ.4	نظم الإضاءة الشمسية الهجينة	حديثة	غير محقق
	أ.5	الزجاج المضاعف العازل	حديثة	محقق
	أ.6	النوافذ المتحركة اتوماتيكيا	حديثة	متوازن
	أ.7	أنظمة الاضاءة الذكية	حديثة	محقق
(ب) تقليل الكسب الحراري	ب.1	شكل المبنى متضام	بسيطة	غير محقق
	ب.2	مواد البناء محلية	بسيطة	محقق
	ب.3	ألوان غلاف المباني فاتحة	بسيطة	محقق
	ب.4	تظليل الكتل على بعضها	بسيطة	غير محقق
	ب.5	العزل الحرارى	بسيطة	محقق
	ب.6	نسبة مساحة السطح منخفضة إلى حجمه	بسيطة	محقق
	ب.7	تظليل النوافذ	بسيطة	محقق
	ب.8	مواد عاكسة	حديثة	غير محقق
(ج) التبريد	ج.1	طمر أجزاء من المبنى في الارض	بسيطة	غير محقق
	ج.2	فناء المبنى	بسيطة	محقق
	ج.3	استخدام المياه	بسيطة	محقق
	ج.4	التبريد التبخيري	بسيطة	غير محقق

غير محقق	بسيطة	تفاصيل وعناصر معمارية تقليدية	ج.5	
غير محقق	بسيطة	النباتات – الأسطح الخضراء	ج.6	
محقق	حديثة	أنظمة تبريد	ج.7	
غير محقق	حديثة	المضخات الارضية	ج.8	
محقق	بسيطة	التنظيم الفراغي	د.1	**(د) التهوية**
غير محقق	بسيطة	أبراج تهوية	د.2	
متوازن	بسيطة	فتحات متقابلة	د.3	
غير محقق	بسيطة	الجدار المزدوج	د.4	
محقق	حديثة	نظام تهوية ميكانيكية	د.5	
محقق	حديثة	الخلايا الفوتوفولتية	هـ.1	**(هـ) توليد وتوفير الطاقة**
متوازن	حديثة	توربينات الرياح	هـ.2	
محقق	حديثة	خلايا وقود الغاز الطبيعي	هـ.3	
محقق	حديثة	أنظمة تحكم آلية	هـ.4	
محقق	حديثة	ادوات ومعدات كفؤة للطاقة	هـ.5	
غير محقق	حديثة	نظام حساسات الطقس	هـ.6	
محقق	حديثة	مواد بناء ذات طاقة عالية	هـ.7	
محقق	حديثة	بناء جاهز	هـ.8	
محقق	حديثة	وحدة معالجة المياه الرمادية	هـ.9	
محقق	حديثة	السخانات الشمسية	و.1	**(و) التسخين**
غير محقق	حديثة	أنظمة تدفئة	و.2	
محقق	حديثة	نظام استرداد الطاقة	و.3	

شكل (86): استمارة حالة الوصف - برج المملكة

اسم الاستمارة	تعريف المبنى		رمز المبنى
استمارة حالة الوصف	نوع المبنى	اسم المبنى	م7
	تجاري	برج المملكة	

أ- المبدأ الأول: الاضاءة

يتجه البرج نحو الشمال، يضيء برج المملكة في الرياض باللون الأزرق، ومغلف بالزجاج بالكامل، الإضاءة الطبيعية من الشبابيك الزجاجية.

ب- المبدأ الثاني: تقليل الكسب الحراري

صنع برج المملكة من الالياف الزجاجية والمعدن، شكل خارجي فضي معدني أملس، تم استخدام الصوف الصخري.

ج- المبدأ الثالث: التبريد

نظام air cooled chiller لعدم توافر الماء لاستخدام water

د- المبدأ الرابع: التهوية

ومن الداخل حرص المصممون على توفر النوافذ الكبيرة للتهوية و constant speed system ventilation، يتألف غلاف البرج من طبقتين خارجيتين من الحوائط الساترة الزجاجية.

هـ- المبدأ الخامس: توليد وتوفير الطاقة

وعمل الفتحة العلوية تخوفا من الدوامات الهوائية، ، كلُّ المواد التي تُضافُ إلى خلطةِ الباطون توضعُ في مستوعباتٍ باردة وبعد ذلكَ يكون الماء هو المادةَ الحيويةَ التي تُضافُ لاحقًا، ولكي تُخفَّضُ درجةَ حرارةَ المياه يتمُّ إضافةَ الثلج المطحون وسكبها في مزيجِ الباطون ثمَّ يُعادُ خلطهُ في الموقع، تؤدي هذهِ العملية إلى تدني درجة حرارة كلِّ المواد إلى خمسٍ وعشرين درجة. خرسانة مُسبقة الصنع. وحدة معاجة المياه الرمادية.

و- المبدأ السادس: التسخين

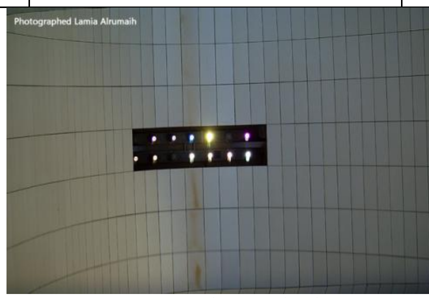
استخدام انظمة التدفئة ومعالجة المياه الرمادية.

شكل (87): استمارة تحليل الأشكال والصورالتوضيحية - برج المملكة

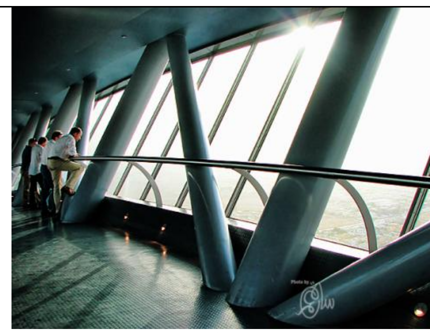
اسم الاستمارة	تعريف المبنى		رمز المبنى
استمارة تحليل الأشكال	نوع المبنى	اسم المبنى	م7
	تجاري	برج المملكة	



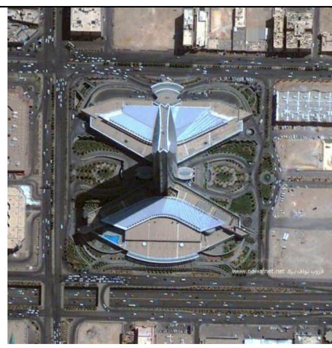
صورة داخل الجسر المعدني والمغلف بالزجاج



قوس برج المملكة اسفله موجودة الإضاءة



الزجاج المستخدم في المبنى



الموقع العام للبرج



منحدرات من الباطون لفصل الجنسين



اضاءة البرج الليلية باللون الأزرق



السوق الداخلي يوضح عمق المخطط البنائي



مواد البناء المصنوع منها البرج الزجاج والمعدن

شكل(88): استمارة قياس المتغيرات - برج المملكة

اسم الاستمارة	تعريف المبنى		رمز المبنى
استمارة قياس المتغيرات	نوع المبنى	اسم المبنى	م7
	تجاري	برج المملكة	

المبدأ	الرمز	التقنية	مستوى التقنية	التقييم
(أ) الاضاءة	أ.1	التوجيه لأشعة الشمس	بسيطة	متوازن
	أ.2	عمق المخطط البنائي قليل	بسيطة	غير محقق
	أ.3	الاضاءة الطبيعية	بسيطة	محقق
	أ.4	نظم الإضاءة الشمسية الهجينة	حديثة	غير محقق
	أ.5	الزجاج المضاعف العازل	حديثة	محقق
	أ.6	النوافذ المتحركة اتوماتيكيا	حديثة	غير محقق
	أ.7	أنظمة الاضاءة الذكية	حديثة	محقق
(ب) تقليل الكسب الحراري	ب.1	شكل المبنى متضام	بسيطة	متوازن
	ب.2	مواد البناء محلية	بسيطة	غير محقق
	ب.3	ألوان غلاف المباني فاتحة	بسيطة	غير محقق
	ب.4	تظليل الكتل على بعضها	بسيطة	متوازن
	ب.5	العزل الحرارى	بسيطة	محقق
	ب.6	نسبة مساحة السطح منخفضة إلى حجمه	بسيطة	غير محقق
	ب.7	تظليل النوافذ	بسيطة	غير محقق
	ب.8	مواد عاكسة	حديثة	محقق
(ج) التبريد	ج.1	طمر أجزاء من المبنى في الارض	بسيطة	غير محقق
	ج.2	فناء المبنى	بسيطة	متوازن
	ج.3	استخدام المياه	بسيطة	غير محقق
	ج.4	التبريد التبخيري	بسيطة	غير محقق

	ج.5	تفاصيل وعناصر معمارية تقليدية	بسيطة	متوازن
	ج.6	النباتات – الأسطح الخضراء	بسيطة	غير محقق
	ج.7	أنظمة تبريد	حديثة	محقق
	ج.8	المضخات الارضية	حديثة	غير محقق
(د) التهوية	د.1	التنظيم الفراغي	بسيطة	غير محقق
	د.2	أبراج تهوية	بسيطة	متوازن
	د.3	فتحات متقابلة	بسيطة	غير محقق
	د.4	الجدار المزدوج	بسيطة	محقق
	د.5	نظام تهوية ميكانيكية	حديثة	محقق
(هـ) توليد وتوفير الطاقة	هـ.1	الخلايا الفوتوفولتية	حديثة	غير محقق
	هـ.2	توربينات الرياح	حديثة	غير محقق
	هـ.3	خلايا وقود الغاز الطبيعي	حديثة	محقق
	هـ.4	أنظمة تحكم آلية	حديثة	محقق
	هـ.5	ادوات ومعدات كفؤة للطاقة	حديثة	محقق
	هـ.6	نظام حساسات الطقس	حديثة	غير محقق
	هـ.7	مواد بناء ذات طاقة عالية	حديثة	محقق
	هـ.8	بناء جاهز	حديثة	محقق
	هـ.9	وحدة معالجة المياه الرمادية	حديثة	محقق
(و) التسخين	و.1	السخانات الشمسية	حديثة	محقق
	و.2	أنظمة تدفئة	حديثة	متوازن
	و.3	نظام استرداد الطاقة	حديثة	محقق

شكل (89): استمارة حالة الوصف - ابراج ليمتلس

اسم الاستمارة	تعريف المبنى		رمز المبنى
استمارة حالة الوصف	نوع المبنى	اسم المبنى	م8
	تجاري	ابراج ليمتلس	

أ- المبدأ الأول: الاضاءة

تصميم شكل البرج و كيفية معالجة الواجهات يحققان الاستفادة القصوى من الاضاءة النهارية والتهوية الطبيعية مما يقلل من استهلاك الكهرباء، إستخدام الزجاج الفعّال في مجال الطاقة والأنوار التي تعمل بواسطة الحركة، التصميم المنحني للبرجين والنوافذ الممتدة من الأرضية نحو السقف تضمن مرور ضوء الشمس إلى البرجين.

ب- المبدأ الثاني: تقليل الكسب الحراري

توجيه المبنى واستخدام القطع الحجرية في الواجهة يقلل من الحرارة المكتسبة ومن سرعة الرياح بينما توفر الظلال للفراغات الداخلية وتصميم كاسرات الشمس من الحجر المحلي وتوزيعها.

ج- المبدأ الثالث: التبريد

سيعتمد البرج أنظمة التكييف المركزي، كما يحتوي المشروع على 5,600 متر مربع من المساحات المفتوحة الخضراء، من ضمنها حديقة عامة.

د- المبدأ الرابع: التهوية

تصميم شكل البرج وكيفية معالجة الواجهات يحققان الاستفادة القصوى من التهوية الطبيعية.

هـ- المبدأ الخامس: توليد وتوفير الطاقة

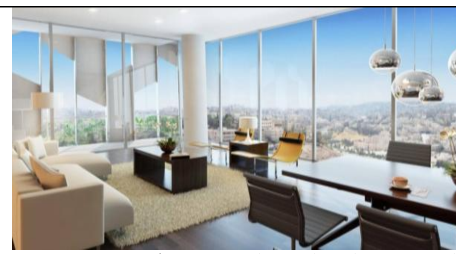
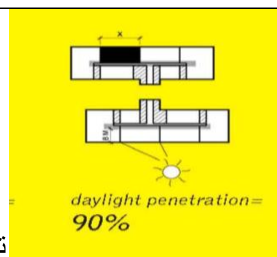
تتجه كتلتي البرج باتجاه الرياح مما يساعد على توليد الطاقة باستخدام ال wind turbines، ، تجميع مياه الامطار والمياه العادمة وإعادة استخدامها ستساهم أنظمة تدوير المياه في خفض إستهلاك سكّان البرجين للطاقة بمعدّل 75 ألف ليتر يومياً – أي نسبة 25 في المائة من التوفير، استخدام الحجر المحلي في الواجهات.

و- المبدأ السادس: التسخين

السقف المائل مغطى بخلايا كهروضوئية. مما يساعد على تسخين المياه المستخدمة في المبنى.

شكل (90): استمارة تحليل الأشكال والصورالتوضيحية - ابراج ليمتلس

اسم الاستمارة	تعريف المبنى		رمز المبنى
	نوع المبنى	اسم المبنى	
استمارة تحليل الأشكال	تجاري	ابراج ليمتلس	م8

 التنظيم الفراغي داخل البرج وعمق المخطط البنائي قليل	 مواد البناء المستخدمة في البرج
 الفراغات الداخلية يغلفها حوائط زجاجية خارجية	 تصميم كاسرات الشمس من الحجر المحلي وتوزيعها
 استخدام النباتات الخضراء والمتلسقات على الواجهة.	 تصميم شكل البرج و كيفية معالجة الواجهات يحققان الاستفادة القصوى من الاضاءة النهارية و التهوية الطبيعية مما يقلل من استهلاك الكهرباء.
 سيطرة استعمال الزجاج في المبنى	 تظليل كتل المبنى على بعضها

شكل(91): استمارة قياس المتغيرات - ابراج ليمتلس

اسم الاستمارة	تعريف المبنى		رمز المبنى
استمارة قياس المتغيرات	نوع المبنى	اسم المبنى	م8
	تجاري	ابراج ليمتلس	

المبدأ	الرمز	التقنية	مستوى التقنية	التقييم
(أ) الاضاءة	أ.1	التوجيه لأشعة الشمس	بسيطة	محقق
	أ.2	عمق المخطط البنائي قليل	بسيطة	محقق
	أ.3	الاضاءة الطبيعية	بسيطة	محقق
	أ.4	نظم الإضاءة الشمسية الهجينة	حديثة	متوازن
	أ.5	الزجاج المضاعف العازل	حديثة	محقق
	أ.6	النوافذ المتحركة اتوماتيكيا	حديثة	محقق
	أ.7	أنظمة الاضاءة الذكية	حديثة	محقق
(ب) تقليل الكسب الحراري	ب.1	شكل المبنى متضام	بسيطة	محقق
	ب.2	مواد البناء محلية	بسيطة	متوازن
	ب.3	ألوان غلاف المباني فاتحة	بسيطة	محقق
	ب.4	تظليل الكتل على بعضها	بسيطة	محقق
	ب.5	العزل الحرارى	بسيطة	محقق
	ب.6	نسبة مساحة السطح منخفضة إلى حجمه	بسيطة	غير محقق
	ب.7	تظليل النوافذ	بسيطة	محقق
	ب.8	مواد عاكسة	حديثة	متوازن
(ج) التبريد	ج.1	طمر أجزاء من المبنى في الارض	بسيطة	محقق
	ج.2	فناء المبنى	بسيطة	متوازن
	ج.3	استخدام المياه	بسيطة	محقق
	ج.4	التبريد التبخيري	بسيطة	محقق

	ج.5	تفاصيل وعناصر معمارية تقليدية	بسيطة	متوازن
	ج.6	النباتات – الأسطح الخضراء	بسيطة	محقق
	ج.7	أنظمة تبريد	حديثة	محقق
	ج.8	المضخات الارضية	حديثة	غير محقق
(د) التهوية	د.1	التنظيم الفراغي	بسيطة	محقق
	د.2	أبراج تهوية	بسيطة	متوازن
	د.3	فتحات متقابلة	بسيطة	محقق
	د.4	الجدار المزدوج	بسيطة	محقق
	د.5	نظام تهوية ميكانيكية	حديثة	محقق
(هـ) توليد وتوفير الطاقة	هـ.1	الخلايا الفوتوفولتية	حديثة	محقق
	هـ.2	توربينات الرياح	حديثة	محقق
	هـ.3	خلايا وقود الغاز الطبيعي	حديثة	غير محقق
	هـ.4	أنظمة تحكم آلية	حديثة	محقق
	هـ.5	ادوات ومعدات كفؤة للطاقة	حديثة	محقق
	هـ.6	نظام حساسات الطقس	حديثة	محقق
	هـ.7	مواد بناء ذات طاقة عالية	حديثة	محقق
	هـ.8	بناء جاهز	حديثة	محقق
	هـ.9	وحدة معالجة المياه الرمادية	حديثة	محقق
(و) التسخين	و.1	السخانات الشمسية	حديثة	محقق
	و.2	أنظمة تدفئة	حديثة	محقق
	و.3	نظام استرداد الطاقة	حديثة	محقق

شكل (92): استمارة حالة الوصف - برج خليفة

<table>
<tr><td>اسم الاستمارة</td><td colspan="2">تعريف المبنى</td><td>رمز المبنى</td></tr>
<tr><td rowspan="2">استمارة حالة الوصف</td><td>نوع المبنى</td><td>اسم المبنى</td><td rowspan="2">م9</td></tr>
<tr><td>تجاري</td><td>برج خليفة</td></tr>
</table>

أ- المبدأ الأول: الاضاءة

واجهة زجاجية كاملة لتوفير الاضاءة، وأنظمة استشعار للاضاءة الداخلية.

ب- المبدأ الثاني: تقليل الكسب الحراري

ناطحة سحاب عملاقة ذات واجهة زجاجية كاملة دون تظليل كبير للأشعة الشمسية، واستخدم في تغطية الجدران الخارجية من المبنى كمية من الصلب والزجاج تغطي 17 ملعب كرة قدم ويستغرق تنظيفها 6 ـ 8 أسابيع.

ج- المبدأ الثالث: التبريد

تجميع الماء المتكثف من أنظمة التكييف في البرج لتبريد مياه الشرب التي توفرها «هيئة كهرباء ومياه دبي»، ويتم بعد ذلك تجميع الماء المتكثف في خزان كبير لاستخدامه في عمليات ري الحدائق والمسطحات الخضراء.

د- المبدأ الرابع: التهوية

ويكثف نظام التهوية في المبنى من المياه سنويا ما يكفي لملء 20 بركة سباحة بالمعايير الأولمبية.

هـ- المبدأ الخامس: توليد وتوفير الطاقة

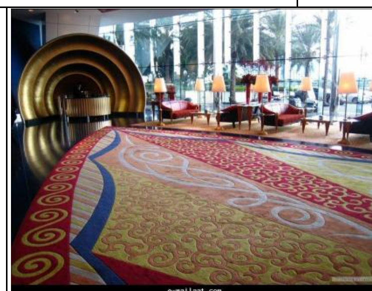
ولضمان كفاءة استهلاك الطاقة، تم تزويد وحدات معالجة الهواء النقي بعجلات حرارية أو أنظمة ترشيد، معدات معالجة الهواء وتزويد المياه، لتعزيز مستويات الكفاءة في استخدام الطاقة. وتوظف أنظمة التكييف وتوزيع المياه أنظمة تحكم متطورة للحد من استهلاك الطاقة بشكل جزئي. وأنظمة التحكم في تدفق المياه والمراحيض العامة.

و- المبدأ السادس: التسخين

ويستخدم ألواح الطاقة الشمسية لتسخين 140 ألف لتر من المياه يومياً، ليتم توزيعها على الوحدات السكنية والتجارية ضمن البرج، وتسهم تقنية تسخين المياه بالطاقة الشمسية في توفير ما يعادل 3200 كيلوواط يومياً، أو 690 ميغاواط ساعة سنوياً. وتقع الألواح على مبنى المكاتب الملحق بالبرج، ويبلغ عددها 378 لوحاً، مساحة كل منها 2.7 متر مربع

شكل (93): استمارة تحليل الأشكال والصورالتوضيحية - برج خليفة

اسم الاستمارة	تعريف المبنى		رمز المبنى
استمارة تحليل الأشكال	نوع المبنى	اسم المبنى	م9
	تجاري	برج خليفة	

عمق الفرغات الداخلية، وتوفر الاضاءة الطبيعية في الفراغات الخارجية.		الاضاءة الليلية في البرج، واستخدام انظمة الاضاءة الذكية.	
انكشاف الاسطح الخارجية والواجهات الزجاجية لأشعة الشمس المباشرة.		مواد البناء المستخدمة في البرج الزجاج والالمنيوم.	
28261 عدد الألواح الزجاجية المستخدمة في تنفيذ الواجهة الخارجية.		15000 لتر- كمية المياه التي يمكن تجميعها من معدات التبريد بغرض إعادة استخدامها في ري الحدائق.	
مواد البناء المستخدمة في البرج الزجاج والالمنيوم.		31400 طن متري من القضبان الفولاذية المستخدمة.	

شكل(94): استمارة قياس المتغيرات - برج خليفة

اسم الاستمارة	تعريف المبنى		رمز المبنى
استمارة قياس المتغيرات	نوع المبنى	اسم المبنى	م9
	تجاري	برج خليفة	

المبدأ	الرمز	التقنية	مستوى التقنية	التقييم
(أ) الاضاءة	أ.1	التوجيه لأشعة الشمس	بسيطة	محقق
	أ.2	عمق المخطط البنائي قليل	بسيطة	غير محقق
	أ.3	الاضاءة الطبيعية	بسيطة	محقق
	أ.4	نظم الإضاءة الشمسية الهجينة	حديثة	متوازن
	أ.5	الزجاج المضاعف العازل	حديثة	محقق
	أ.6	النوافذ المتحركة اتوماتيكيا	حديثة	محقق
	أ.7	أنظمة الاضاءة الذكية	حديثة	محقق
(ب) تقليل الكسب الحراري	ب.1	شكل المبنى متضام	بسيطة	محقق
	ب.2	مواد البناء محلية	بسيطة	غير محقق
	ب.3	ألوان غلاف المباني فاتحة	بسيطة	متوازن
	ب.4	تظليل الكتل على بعضها	بسيطة	غير محقق
	ب.5	العزل الحرارى	بسيطة	محقق
	ب.6	نسبة مساحة السطح منخفضة إلى حجمه	بسيطة	غير محقق
	ب.7	تظليل النوافذ	بسيطة	غير محقق
	ب.8	مواد عاكسة	حديثة	غير محقق
(ج) التبريد	ج.1	طمر أجزاء من المبنى في الارض	بسيطة	غير محقق
	ج.2	فناء المبنى	بسيطة	متوازن
	ج.3	استخدام المياه	بسيطة	محقق
	ج.4	التبريد التبخيري	بسيطة	غير محقق

	ج.5	تفاصيل وعناصر معمارية تقليدية	بسيطة	متوازن
	ج.6	النباتات – الأسطح الخضراء	بسيطة	محقق
	ج.7	أنظمة تبريد	حديثة	محقق
	ج.8	المضخات الارضية	حديثة	غير محقق
(د) التهوية	د.1	التنظيم الفراغي	بسيطة	غير محقق
	د.2	أبراج تهوية	بسيطة	متوازن
	د.3	الفتحات متقابلة	بسيطة	غير محقق
	د.4	الجدار المزدوج	بسيطة	غير محقق
	د.5	نظام تهوية ميكانيكية	حديثة	محقق
(هـ) توليد وتوفير الطاقة	هـ.1	الخلايا الفوتوفولتية	حديثة	غير محقق
	هـ.2	توربينات الرياح	حديثة	غير محقق
	هـ.3	خلايا وقود الغاز الطبيعي	حديثة	غير محقق
	هـ.4	أنظمة تحكم آلية	حديثة	محقق
	هـ.5	ادوات ومعدات كفؤة للطاقة	حديثة	محقق
	هـ.6	نظام حساسات الطقس	حديثة	محقق
	هـ.7	مواد بناء ذات طاقة عالية	حديثة	محقق
	هـ.8	بناء جاهز	حديثة	محقق
	هـ.9	وحدة معالجة المياه الرمادية	حديثة	محقق
(و) التسخين	و.1	السخانات الشمسية	حديثة	محقق
	و.2	أنظمة تدفئة	حديثة	متوازن
	و.3	أنظمة استرداد الطاقة	حديثة	محقق

شكل (95): استمارة حالة الوصف - مركز البحرين التجاري

<table dir="rtl">
<tr><td>اسم الاستمارة</td><td colspan="2">تعريف المبنى</td><td>رمز المبنى</td></tr>
<tr><td rowspan="2">استمارة حالة الوصف</td><td>نوع المبنى</td><td>اسم المبنى</td><td rowspan="2">م10</td></tr>
<tr><td>تجاري</td><td>مركز البحرين التجاري</td></tr>
</table>

أ- المبدأ الأول: الاضاءة

تزخر أبراج المكاتب بعدد من المواصفات البيئية السليمة الأخرى للاقتصاد في الطاقة منها الاضواء الخارجية التي تغذيها الطاقة الشمسية ومصابيح الفلورسنت الاقتصادية في استهلاك الطاقة،

ب- المبدأ الثاني: تقليل الكسب الحراري.

الاسطح مغطاة بطبقات عميقة من الحصى لتحقيق العزل. تصميم شرفات تعلوها كاسرات شمسية، يتميز البرجين بانسيابية تجعل الرياح شديدة بين البرجين.

ج- المبدأ الثالث: التبريد

air and chilled water transport systems. ، مسطحات مائية عاكسة للتبريد بواسطة التبخير.

د- المبدأ الرابع: التهوية

تجارب كثيرة تم القيام بها على مجسمات من أجل الوقوف على موقع البرجين.

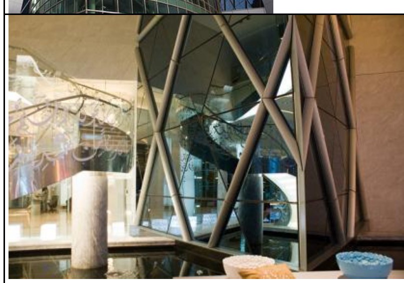
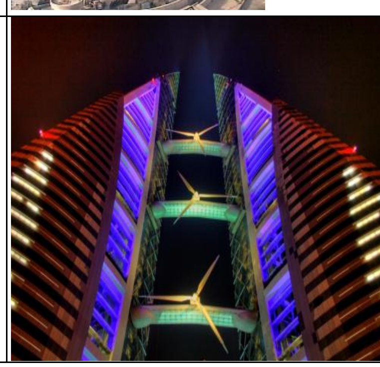
هـ- المبدأ الخامس: توليد وتوفير الطاقة

عزل حراري معزز لمواد تعكس الضوء اذ يسهم كل هذا في التقليل من الانبعاثات الكربونية. اعادة تدوير المياه العادمة، زجاج عازل وبأقل حد ممكن من التسرب الحراري زجاج عالي الجودة بحيث يمنع نسبة 85% من حرارة الجو. النظم الإلكترونية الذكية من شبكات الاتصال والبنية التحتية لتقنية المعلومات.

و- المبدأ السادس: التسخين

نظام استراد الحرارة ضمن المبنى.

شكل (96): استمارة تحليل الأشكال والصورالتوضيحية - مركز البحرين التجاري

اسم الاستمارة	تعريف المبنى		رمز المبنى
	نوع المبنى	اسم المبنى	
استمارة تحليل الأشكال	تجاري	مركز البحرين التجاري	م10
ثلاث مراوح توربينية المستخدمة لتوليد الطاقة.		الاضاءة الليلية في المركز.	
انكشاف اسطح المبنى لاشعة الشمس من جميع الجهات		المواد المستخدمة في بناء المبنى	
المراوح توربينية المستخدمة لتوليد الطاقة			
انظمة اضاءة خارجية متقدمة ومتغيرة حسب الحدث		تظليل الواجهة الزجاجية بكاسرات شمسية	

شكل(97): استمارة قياس المتغيرات - مركز البحرين التجاري.

اسم الاستمارة	تعريف المبنى		رمز المبنى
	نوع المبنى	اسم المبنى	
استمارة قياس المتغيرات	تجاري	مركز البحرين التجاري	م10

المبدأ	الرمز	التقنية	مستوى التقنية	التقييم
(أ) الاضاءة	أ.1	التوجيه لأشعة الشمس	بسيطة	محقق
	أ.2	عمق المخطط البنائي قليل	بسيطة	غير محقق
	أ.3	الاضاءة الطبيعية	بسيطة	محقق
	أ.4	نظم الإضاءة الشمسية الهجينة	حديثة	محقق
	أ.5	الزجاج المضاعف العازل	حديثة	محقق
	أ.6	النوافذ المتحركة اتوماتيكيا	حديثة	غير محقق
	أ.7	أنظمة الاضاءة الذكية	حديثة	محقق
(ب) تقليل الكسب الحراري	ب.1	شكل المبنى متضام	بسيطة	محقق
	ب.2	مواد البناء محلية	بسيطة	غير محقق
	ب.3	ألوان غلاف المباني فاتحة	بسيطة	متوازن
	ب.4	تظليل الكتل على بعضها	بسيطة	غير محقق
	ب.5	العزل الحرارى	بسيطة	محقق
	ب.6	نسبة مساحة السطح منخفضة إلى حجمه	بسيطة	غير محقق
	ب.7	تظليل النوافذ	بسيطة	محقق
	ب.8	مواد عاكسة	حديثة	محقق
(ج) التبريد	ج.1	طمر أجزاء من المبنى في الارض	بسيطة	غير محقق
	ج.2	فناء المبنى	بسيطة	متوازن
	ج.3	استخدام المياه	بسيطة	محقق
	ج.4	التبريد التبخيري	بسيطة	غير محقق

	ج.5	تفاصيل وعناصر معمارية تقليدية	بسيطة	متوازن
	ج.6	النباتات – الأسطح الخضراء	بسيطة	غير محقق
	ج.7	أنظمة تبريد	حديثة	محقق
	ج.8	المضخات الارضية	حديثة	غير محقق
(د) التهوية	د.1	التنظيم الفراغي	بسيطة	محقق
	د.2	أبراج تهوية	بسيطة	متوازن
	د.3	فتحات متقابلة	بسيطة	غير محقق
	د.4	الجدار المزدوج	بسيطة	غير محقق
	د.5	نظام تهوية ميكانيكية	حديثة	محقق
(هـ) توليد وتوفير الطاقة	هـ.1	الخلايا الفوتوفولتية	حديثة	محقق
	هـ.2	توربينات الرياح	حديثة	محقق
	هـ.3	خلايا وقود الغاز الطبيعي	حديثة	غير محقق
	هـ.4	أنظمة تحكم آلية	حديثة	محقق
	هـ.5	ادوات ومعدات كفؤة للطاقة	حديثة	محقق
	هـ.6	نظام حساسات الطقس	حديثة	محقق
	هـ.7	مواد بناء ذات طاقة عالية	حديثة	محقق
	هـ.8	بناء جاهز	حديثة	محقق
	هـ.9	وحدة معالجة المياه الرمادية	حديثة	محقق
(و) التسخين	و.1	السخانات الشمسية	حديثة	محقق
	و.2	أنظمة تدفئة	حديثة	متوازن
	و.3	نظام استرداد الطاقة	حديثة	محقق

5.3.4 تقييم العينات

جدول (9): استكشاف تحقق مبدأ الاضاءة. (المصدر: الباحثة)

المبنى	(أ) الاضاءة																				
	أ.1			أ.2			أ.3			أ.4			أ.5			أ.6			أ.7		
	التوجيه لأشعة الشمس			عمق المخطط البنائي قليل			الاضاءة الطبيعية			نظم الإضاءة الشمسية الهجينة			استعمال الزجاج			النوافذ المتحركة اتوماتيكيا			أنظمة الاضاءة الذكية		
	م	غ	ت	م	غ	ت	م	غ	ت	م	غ	ت	م	غ	ت	م	غ	ت	م	غ	ت
م1	●			●			●				○		●					-	●		
م2	●			●			●			●			●				○		●		
م3		○			○		●			●			●				○		●		
م4	●				○		●			●			●				○		●		
م5	●					-	●			●			●					-	●		
م6		○			○		●				○		●					-	●		
م7			-		○		●				○		●				○		●		
م8	●			●			●					-	●			●			●		
م9	●				○		●					-	●			●			●		
م10	●				○		●			●			●				○		●		
نسبة التحقق	%70			%30			%100			%50			%100			%20			%100		

م: محقق ●   غ: غير محقق ○   ت: متوازن -

جدول (10): استكشاف تحقق مبدأ تقليل الكسب الحراري. (المصدر: الباحثة)

المبنى	(ب) تقليل الكسب الحراري																							
	ب.1			ب.2			ب.3			ب.4			ب.5			ب.6			ب.7			ب.8		
	شكل المبنى متضام			مواد البناء محلية			ألوان غلاف المباني فاتحة			تظليل الكتل بعضها			العزل الحرارى			نسبة مساحة السطح			تظليل النوافذ			مواد عاكسة		
	م	غ	ت	م	غ	ت	م	غ	ت	م	غ	ت	م	غ	ت	م	غ	ت	م	غ	ت	م	غ	ت
م1	●			●			●			●			●			●			●			●		
م2	●			●			●			●			●			●			●					-
م3	●				○		●					-	●				○			○			○	
م4	●				○			○			○		●				○		●			●		
م5	●			●			●				○		●			●				○				-
م6		○		●			●				○		●			●			●				○	
م7			-		○			○				-	●				○			○		●		
م8	●					-	●			●			●				○		●					-
م9	●				○				-		○		●				○			○			○	
م10	●				○				-		○		●				○		●			●		
نسبة التحقق	%80			%40			%60			%30			%100			%40			%60			%40		

م: محقق ●   غ: غير محقق ○   ت: متوازن -

جدول (11): استكشاف تحقق مبدأ التبريد. (المصدر: الباحثة)

المبنى	(ج) التبريد																							
	ج.1			ج.2			ج.3			ج.4			ج.5			ج.6			ج.7			ج.8		
	طمر أجزاء من المبنى			فناء المبنى			استخدام المياه			التبريد التبخيري			تفاصيل معمارية تقليدية			النباتات – أسطح خضراء			أنظمة تبريد			المضخات الارضية		
	م	غ	ت	م	غ	ت	م	غ	ت	م	غ	ت	م	غ	ت	م	غ	ت	م	غ	ت	م	غ	ت
م1			-		○		●			●			●				○		●			●		
م2		○		●			●				○		●			●			●				○	
م3		○		●				○			○				-	●			●				○	
م4		○			○			○			○			○			○		●			●		
م5		○			○		●				○			○			○		●				○	
م6		○		●			●				○			○			○		●				○	
م7		○				-		○			○				-		○		●				○	
م8	●					-	●			●					-	●			●				○	
م9		○				-	●				○				-	●	○		●				○	
م10		○				-	●				○				-		○		●				○	
نسبة التحقق	%10			%30			%70			%20			%20			%40			%100			%20		

م: محقق ● غ: غير محقق ○ ت: متوازن -

جدول (12): استكشاف تحقق مبدأ التهوية. (المصدر: الباحثة)

المبنى	(د) التهوية														
	د.1			د.2			د.3			د.4			د.5		
	التنظيم الفراغي			أبراج تهوية			فتحات متقابلة			الجدار المزدوج			نظام تهوية ميكانيكية		
	م	غ	ت	م	غ	ت	م	غ	ت	م	غ	ت	م	غ	ت
م1	●				○			○		●			●		
م2	●			●			●				○		●		
م3	●					-		○			○		●		
م4	●					-		○			○		●		
م5		○			○				-			-	●		
م6	●				○				-		○		●		
م7		○				-		○		●			●		
م8	●					-	●			●			●		
م9		○				-		○			○		●		
م10	●					-		○			○		●		
نسبة التحقق	%70			%10			%20			%30			%100		

م: محقق ●　　غ: غير محقق ○　　ت: متوازن -

جدول (13): استكشاف تحقق مبدأ توليد وتوفير الطاقة. (المصدر: الباحثة)

المبنى	(هـ) توليد وتوفير الطاقة																										
	هـ.1			هـ.2			هـ.3			هـ.4			هـ.5			هـ.6			هـ.7			هـ.8			هـ.9		
	الخلايا الفوتوفولتية			توربينات الرياح			خلايا وقود الغاز الطبيعي			أنظمة تحكم آلية			معدات كفؤة للطاقة			نظام حساس للطقس			مواد بناء ذات طاقة عالية			بناء جاهز			وحدة معالجة المياه الرمادية		
	م	غ	ت	م	غ	ت	م	غ	ت	م	غ	ت	م	غ	ت	م	غ	ت	م	غ	ت	م	غ	ت	م	غ	ت
م1	●					-		○			○		●				○		●			●				○	
م2	●			●				○		●			●				○				-	●			●		
م3	●			●			●			●			●			●				○		●			●		
م4		○			○			○		●			●				○		●			●			●		
م5	●					-		○		●			●				-		●			●			●		
م6	●					-	●			●			●			●			●			●			●		
م7		○			○		●			●			●				○		●			●			●		
م8	●			●				○		●			●				○		●			●			●		
م9		○			○			○		●			●			●			●			●			●		
م10	●			●				○		●			●			●			●			●			●		
نسبة التحقق	%70			%40			%30			%90			%100			%40			%80			%100			%90		

م: محقق ● غ: غير محقق ○ ت: متوازن -

جدول (14): استكشاف تحقق مبدأ التسخين. (المصدر: الباحثة)

المبنى	(و) التسخين								
	و.1 السخانات الشمسية			و.2 أنظمة تدفئة			و.3 نظام استرداد الطاقة		
	م	غ	ت	م	غ	ت	م	غ	ت
م1	●			●				○	
م2	●			●			●		
م3	●					-		○	
م4	●				○			○	
م5	●				○			○	
م6	●				○		●		
م7	●					-	●		
م8	●			●			●		
م9	●					-	●		
م10	●					-	●		
نسبة التحقق	%100			%30			%60		

م: محقق ● غ: غير محقق ○ ت: متوازن -

جدول (15): نسبة تحقق التقنيات الذاتية والحديثة (الايجابية) ضمن العينات العشرة. (المصدر: الباحثة)

المبنى	(أ) الاضاءة							(ب) تقليل الكسب الحراري								(ج) التبريد							
	تقنيات سلبية			تقنيات حديثة				تقنيات سلبية							حديثة	تقنيات سلبية						تقنيات حديثة	
	أ.1	أ.2	أ.3	أ.4	أ.5	أ.6	أ.7	ب.1	ب.2	ب.3	ب.4	ب.5	ب.6	ب.7	ب.8	ج.1	ج.2	ج.3	ج.4	ج.5	ج.6	ج.7	ج.8
م1				-													-				-		
م2						-										-			-				-
م3	-	-				-			-				-	-	-	-		-	-				-
م4		-				-			-	-	-		-			-	-	-	-	-	-		
م5											-			-		-	-		-	-	-		-
م6	-	-		-				-			-				-	-			-	-	-		-
م7		-		-		-			-	-			-	-		-		-	-		-		-
م8													-										-
م9		-							-		-		-	-	-	-			-				-
م10		-				-			-		-		-			-			-		-		-

محقق ▢   غير محقق -   متوازن ▢

تابع جدول (15): نسبة تحقق التقنيات الذاتية والحديثة ضمن العينات العشرة. (المصدر: الباحثة)

المبنى	(د) التهوية					(هـ) توليد وتوفير الطاقة									(و) التسخين		
	تقنيات سلبية				حديثة	تقنيات حديثة									تقنيات حديثة		
	د.1	د.2	د.3	د.4	د.5	هـ.1	هـ.2	هـ.3	هـ.4	هـ.5	هـ.6	هـ.7	هـ.8	هـ.9	و.1	و.2	و.3
م1	■	-	-	■	■	■		-	-	■	-	■	■	-	■	■	-
م2	■	■	■	-	■	■	■	-	■	■	-		■	■	■	■	■
م3	■		-	-	■	■	■	■	■	■	■	-	■	■	■		-
م4	■		-	-	■	-	-	-	■	■	-	■	■	■	■	-	-
م5	-	-			■	■		-	■	■		■	■	■	■	-	-
م6	■	-		-	■	■		■	■	■	-	■	■	■	■	-	■
م7	-		-	■	■	-	-	■	■	■	-	■	■	■	■		■
م8	■		■	■	■	■	■	-	■	■	■	■	■	■	■	■	■
م9	-		-	-	■	-	-	-	■	■		■	■	■	■		■
م10	■		-	-	■	■	■	-	■	■	■	■	■	■	■		■

■ محقق   - غير محقق   ☐ متوازن

جدول(16): نسبة تحقق التقنيات الذاتية في العينات العشرة. (المصدر: الباحثة)

التقنيات الذاتية			
الرقم	**التقنية**	**سبب الاستعمال**	**نسبة التحقق**
1	التوجيه لأشعة الشمس	الاضاءة	%70
2	شكل المبنى متضام	تقليل الكسب الحراري	%80
3	مواد البناء	تقليل الكسب الحراري	%40
4	ألوان غلاف المباني	تقليل الكسب الحراري	%60
5	عمق المخطط البنائي	الاضاءة	%30
6	تظليل الكتل بعضها	تقليل الكسب الحراري	%30
7	العزل الحرارى	تقليل الكسب الحراري	%100
8	طمر أجزاء من المبنى في الارض	التبريد	%10
9	مساحة السطح منخفضة إلى حجمه	تقليل الكسب الحراري	%40
10	التنظيم الفراغي	التهوية	%70
11	فناء المبنى	التبريد	%30
12	تظليل النوافذ	تقليل الكسب الحراري	%60
13	استخدام المياه	التبريد	%70
14	التبريد التبخيري	التبريد	%20
15	الاضاءة الطبيعية	الاضاءة	%100
16	تفاصيل وعناصر معمارية تقليدية	التبريد	%20
17	أبراج تهوية	التهوية	%10
18	فتحات متقابلة	التهوية	%20
19	الجدار المزدوج	التهوية	%30
20	النباتات – الأسطح الخضراء	التبريد	%40

الجدول(17): نسبة تحقق التقنيات الحديثة (الفعالة) في العينات العشرة. (المصدر: الباحثة)

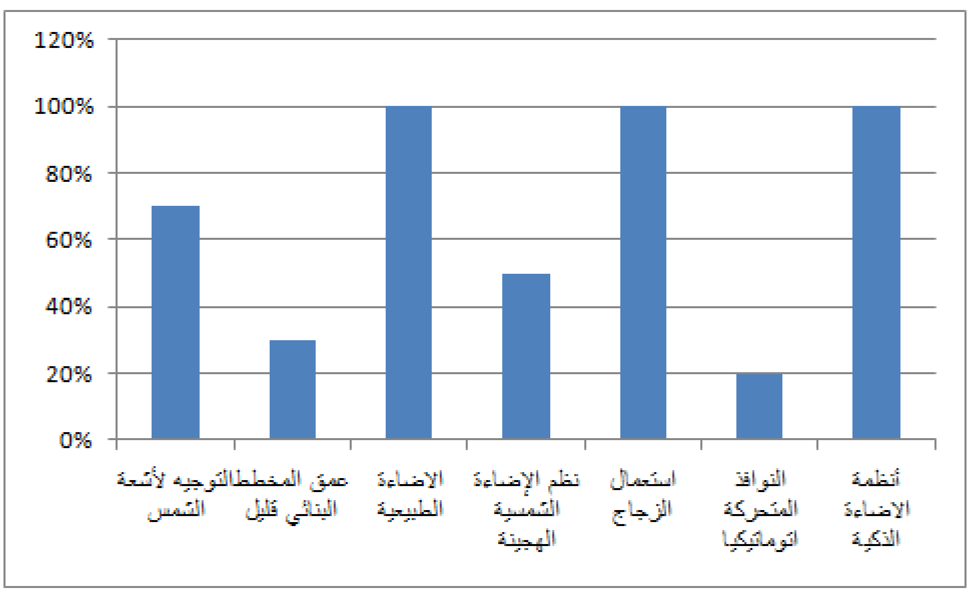
التقنيات الحديثة			
الرقم	**التقنية**	**سبب الاستعمال**	**نسبة التحقق**
1	الخلايا الفوتوفولتية	توليد الطاقة	%70
2	السخانات الشمسية	التسخين	%100
3	توربينات الرياح	توليد الطاقة	%40
4	المضخات الارضية	التبريد	%20
5	نظم الإضاءة الشمسية الهجينة	الاضاءة	%50
6	أنظمة تدفئة	التسخين	%30
7	أنظمة تبريد	التبريد	%100
8	واجهة زجاجية مضاعفة	الاضاءة	%100
9	النوافذ المتحركة اتوماتيكيا	الاضاءة	%20
10	أنظمة الاضاءة الذكية	الاضاءة	%100
11	نظام تهوية ميكانيكية	التهوية	%100
12	أنظمة تحكم آلية	توفير استهلاك الطاقة	%90
13	ادوات ومعدات كفؤة للطاقة	توفير استهلاك الطاقة	%100
14	وحدة معاجة المياه الرمادية	توفير الطاقة	%90
15	نظام حساسات الطقس	توفير استهلاك الطاقة	%40
16	خلايا وقود الغاز الطبيعي	توليد الطاقة	%30
17	نظام استرداد الطاقة	التسخين	%60
18	مواد بناء ذات طاقة عالية	توليد وتوفير الطاقة	%80
19	بناء جاهز	توفير الطاقة	%100
20	مواد عاكسة	التبريد	%40

6.3.4 مناقشة النتائج

النتائج المرتبطة بتحقق مبدأ الاضاءة: (جدول 9)

بينت نتائج التطبيق على العشر عينات المنتخبة المتعلقة بتحقيق مبدأ الاضاءة أن:

المفردة الفرعية رقم (أ.3) وهي اعتماد الاضاءة الطبيعية قد سجل تحققها في العشر (10) عينات بنسبة 100%، وكذلك للمفردة الفرعية رقم (أ.5) وهي استعمال الزجاج المضاعف العازل قد سجل تحققها في العشر (10) عينات وبنسبة 100%، والمفردة الفرعية رقم (أ.7) وهي استخدام أنظمة الاضاءة الذكية في المبنى قد سجل تحققها في العشر (10) عينات وبنسبة 100%. تلتها المفردة الفرعية رقم (أ.1) وهي التوجيه المناسب لاشعة الشمس فقد سجل تحققها في (7) عينات وبنسبة 70%، والمفردة الفرعية رقم (أ.4) وهي استخدام نظم الاضاءءة الشمسية الهجينة قد سجل تحققها في (5) عينات وبنسبة 50%، اما المفردة الفرعية رقم (أ.2) وهي تحقيق مخطط بنائي بعمق قليل فقد تحققت في (3) عينات وبنسبة 30%، أما المفردة الفرعية رقم (أ.6) وهي استخدام النوافذ المتحركة اتوماتيكيا فقد سجل تحققها في عينتين (2) فقط وبنسبة 20%. كما في شكل (98).



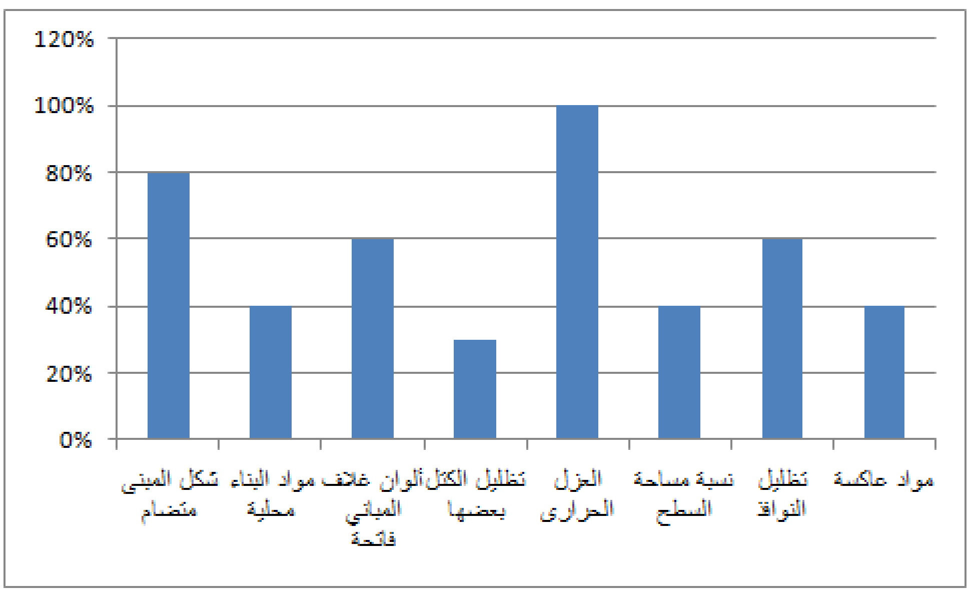
شكل رقم (98): نسبة تحقق المفردات ضمن مبدأ الاضاءة. (المصدر: الباحثة)

وبالتالي تم التوصل الى تركيز المصممين على استعمال التقنيات الحديثة كالأنظمة الذكية للاضاءة واستعمال مسطحات زجاجية لتحقيق عمارة خضراء من خلال مبدأ الاضاءة.

النتائج المرتبطة بتحقق مبدأ تقليل الكسب الحراري: (جدول 10)

بينت نتائج التطبيق على العشر عينات المنتخبة المتعلقة بتحقيق مبدأ تقليل الكسب الحراري أن:

ان المفردة الفرعية رقم (ب.5) وهي استخدام العزل الحراري هي الأكثر استخداما حيث طبقت في العشر (10) عينات وبنسبة 100%، وتلتها المفردة الفرعية رقم (ب.1) وهي شكل مبنى متضام لتقليل تعرض اسطحه لاشعة الشمس فقد سجل تحققها في (8) عينات وبنسبة 80% ، تلتها المفردة الفرعية رقم (ب.3) وهي استخدام الوان فاتحة للغلاف الخارجي فقد طبقت في (6) عينات وكذلك للمفردة الفرعية رقم (ب.7) وهي تظليل النوافذ فقد تحققت ايضا في (6) عينات وبنسبة 60%. اما المفردة الفرعية رقم (ب.2) وهي استعمال المواد المحلية فقد سجل تحققها في (4) عينات وكذلك للمفردة الفرعية رقم (ب.6) وهي تحقق نسبة منخفضة من مساحة سطح المبنى الى حجمه، وكذلك للمفردة الفرعية رقم (ب.8) وهي استعمال مواد عاكسة لاشعة الشمس وبنسبة 40%. اما المفردة الفرعية رقم (ب.4) وهي تظليل كتل المبنى على بعضها فقد تحققت فقط في (3) عينات فقط. كما في الشكل (99).



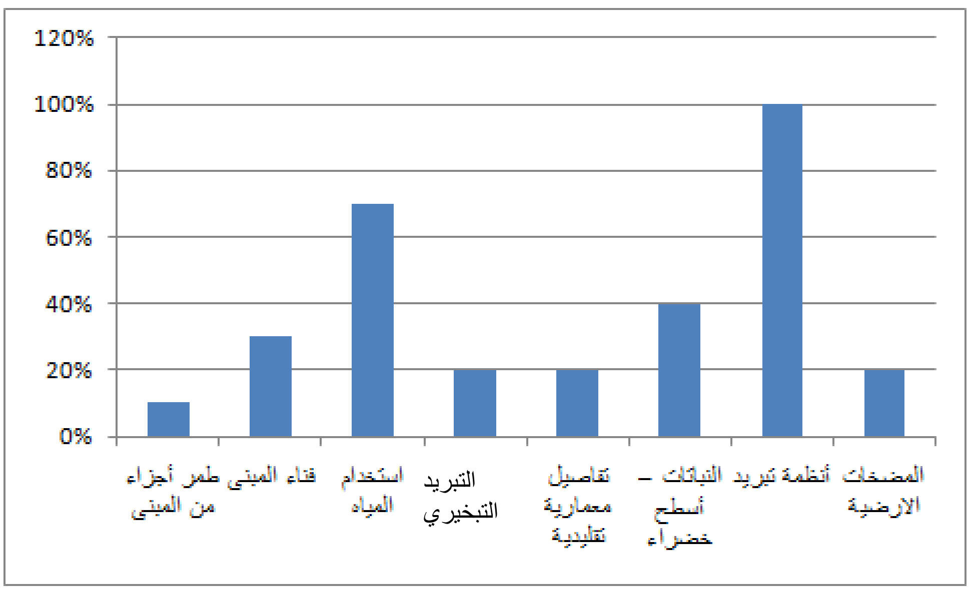
شكل رقم (99): نسبة تحقق المفردات ضمن مبدأ تقليل الكسب الحراري. (المصدر: الباحثة)

وبالتالي تم التوصل الى تركيز المصممين على استعمال العزل الحراري بالدرجة الاولى، ومن ثم شكل مبنى متضام وتظليل النوافذ والوان فاتحة للغلاف الخارجي بالدرجة الثانية لتحقيق عمارة خضراء من خلال مبدأ تقليل الكسب الحراري.

النتائج المرتبطة بتحقق مبدأ التبريد: (جدول 11)

بينت نتائج التطبيق على العشر عينات المنتخبة المتعلقة بتحقيق مبدأ التبريد أن:

المفردة الفرعية رقم (ج.7) وهي استعمال أنظمة ميكانيكية للتبريد هي الأكثر استخداما فقد تسجل تحققها في العشر (10) عينات وبنسبة 100%، تلتها المفردة الفرعية رقم (ج.3) وهي استخدام المياه كالنوافير والمسطحات المائية فقد سجل تحققها في (7) عينات وبنسبة 70%، اما المفردة الفرعية رقم (ج.6) وهي زراعة النباتات والاسطح الخضراء فقد سجل تحققها في (4) عينات وبنسبة 40%، والمفردة الفرعية رقم (ج.2) وهي تصميم فناء ضمن المبنى فقد تحققت في (3) عينات فقط وبنسبة 30%، اما المفردة الفرعية رقم (ج.4) وهي التبريد التبخيري فقد سجل تحققها في عينتين (2) فقط وكذلك للمفردة الفرعية رقم (ج.5) وهي استخدام تفاصيل وعناصر معمارية تقليدية فقد طبقت في عينتين (2) ايضا وكذلك للمفردة الفرعية رقم (ج.8) وهي استعمال المضخات الأرضية فقد تحققت في عينتين (2) فقط وبنسبة 20%. كما في الشكل (100).



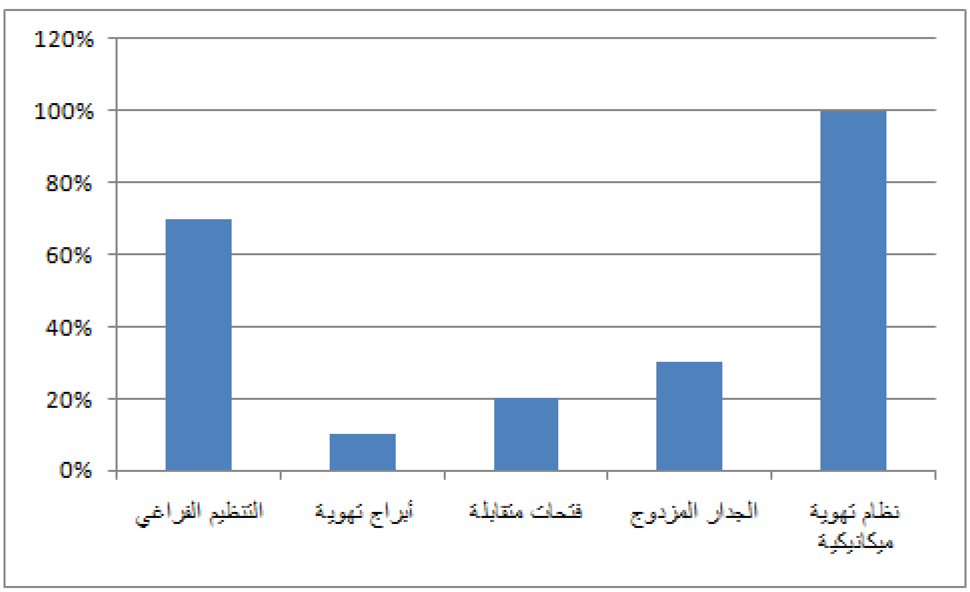
شكل رقم (100): نسبة تحقق المفردات ضمن مبدأ التبريد. (المصدر: الباحثة)

وبالتالي تم التوصل الى تركيز المصممين على استعمال التقنيات الحديثة كأنظمة التبريد لتحقيق عمارة خضراء من خلال مبدأ التبريد.

النتائج المرتبطة بتحقق مبدأ التهوية: (جدول 12)

بينت نتائج التطبيق على العشر عينات المنتخبة المتعلقة بتحقيق مبدأ التهوية أن:

المفردة الفرعية رقم (د.5) وهي استخدام أنظمة التهوية الميكانيكية هي الأكثر استعمالا فقد سجل تحققها في العشر (10) عينات وبنسبة 100%، تلتها المفردة الفرعية رقم (د.1) وهي التنظيم الفراغي لمخطط المبنى بحيث تقع الفراغات التي بحاجة للاضاءة على الاطراف والفراغات الخدمية في الداخل، فقد سجل تحققها في (7) عينات وبنسبة 70%، اما المفردة الفرعية رقم (د.4) وهي استعمال جدار مزدوج لتسريع حركة الهواء فقد طبقت في (3) عينات فقط وبنسبة 30%، اما المفردة الفرعية رقم (د.3) وهي تصميم فتحات دخول وخروج الهواء بشكل متقابل للسماح باستمرارية حركة الهواء فقد سجل تحققها في عينتين (2) فقط وبنسبة 20%. اما المفردة الفرعية رقم (د.2) وهي استخدام ابراج التهوية او ملاقف الهواء لاستقطاب النسيم البارد فقد طبقت في عينة واحدة (1) فقط وبنسبة 10%. كما في الشكل (101).



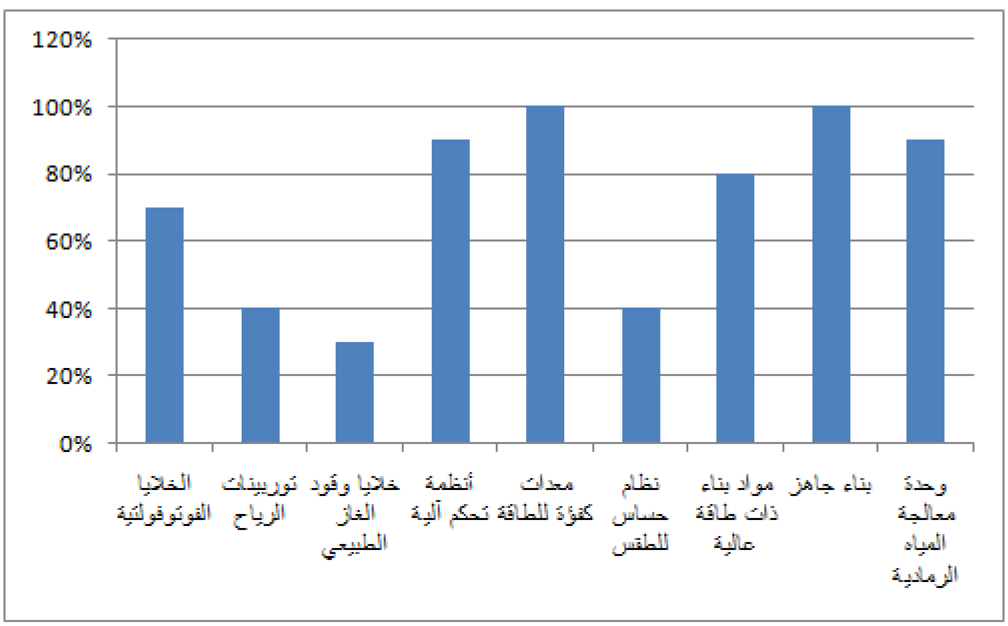
شكل رقم (101): نسبة تحقق المفردات ضمن مبدأ التهوية. (المصدر: الباحثة)

وبالتالي تم التوصل الى تركيز المصممين على استعمال التقنيات الحديثة كأنظمة التهوية الميكانيكية لتحقيق عمارة خضراء من خلال مبدأ التهوية.

النتائج المرتبطة بتحقق مبدأ توليد وتوفير الطاقة: (جدول 13)

بينت نتائج التطبيق على العشر عينات المنتخبة المتعلقة بتحقيق مبدأ توليد وتوفير الطاقة أن:

المفردة الفرعية رقم (هـ.5) وهي استخدام ادوات ومعدات كفوءة للطاقة قد سجل تحققها في العشر (10) عينات وكذلك للمفردة الفرعية رقم (هـ.8) وهي اعتماد البناء الجاهز فقد تحققت ايضا في العشر (10) عينات وبنسبة 100% لكلتا المفردتين. وتلتهما المفردتان الفرعيتان رقم (هـ.4) وهي استخدام انظمة تحكم آلية ضمن المبنى والمفردة الفرعية رقم (هـ.9) وهي استخدام وحدة معالجة للمياه الرمادية فقد تحققتا في (9) عينات وبنسبة 90% لكلتا المفردتين. اما المفردة الفرعي رقم (هـ.7) وهي استخدام مواد بناء ذات طاقة عالية كالألمنيوم والزجاج فقد سجل تحققها في (8) عينات وبنسبة 80%. والمفردة الفرعية رقم (هـ.1) وهي استعمال الخلايا الفوتوفولتية فقد طبقت في (7) عينات وبنسبة 70%. اما المفردة الفرعية رقم (هـ.2) وهي استخدام توربينات الرياح والمفردة الفرعية رقم (هـ.6) وهي استخدام نظام حساسات الطقس فقد تحققتا في اربع (4) عينات وبنسبة 40% لكلتيهما، اما المفردة الفرعية رقم (هـ.3) فقد سجل تحققها في (3) عينات. الشكل (102).



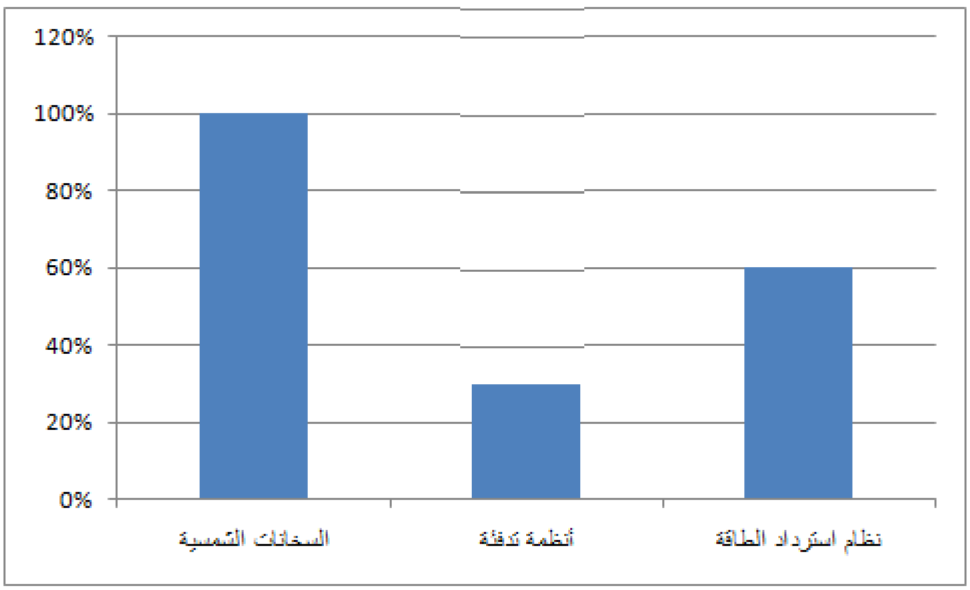
شكل رقم (102): نسبة تحقق المفردات ضمن مبدأ توليد وتوفير الطاقة. (المصدر: الباحثة)

وبالتالي تم التوصل الى تركيز المصممين على استعمال التقنيات الحديثة وبنسب عالية مقارنة بالتقنيات الذاتية لتحقيق عمارة خضراء من خلال مبدأ توليد وتوفير الطاقة.

النتائج المرتبطة بتحقق مبدأ التسخين: (جدول 14)

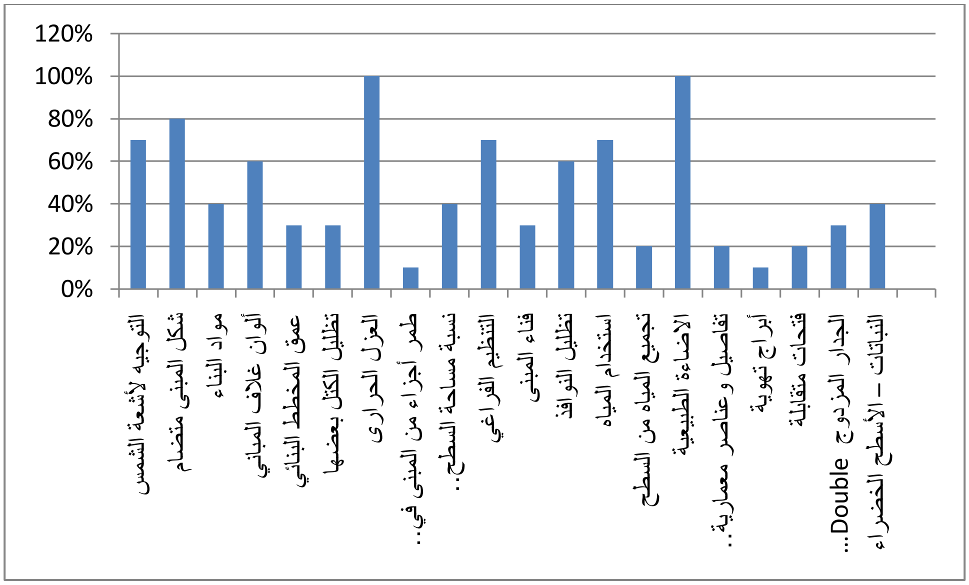
بينت نتائج التطبيق على العشر عينات المنتخبة المتعلقة بتحقيق مبدأ التسخين أن:

المفردة الفرعية رقم (و.1) وهي استعمال السخانات الشمسية للحصول على المياه الساخنة فقد سجل تحققها في العشر (10) عينات وكذلك للمفردة الفرعية رقم (و.2) وهي انظمة التدفئة فقد تحققت في العشر (10) عينات ايضا وبنسبة 100%. اما المفردة الفرعية رقم (و.3) وهي استخدام نظام استرداد الطاقة للاستفادة من حرارة الهواء الخارج وتقليل هدر الطاقة فقد سجل تحققها في (6) عينات وبنسبة 60%. كما في الشكل (103).

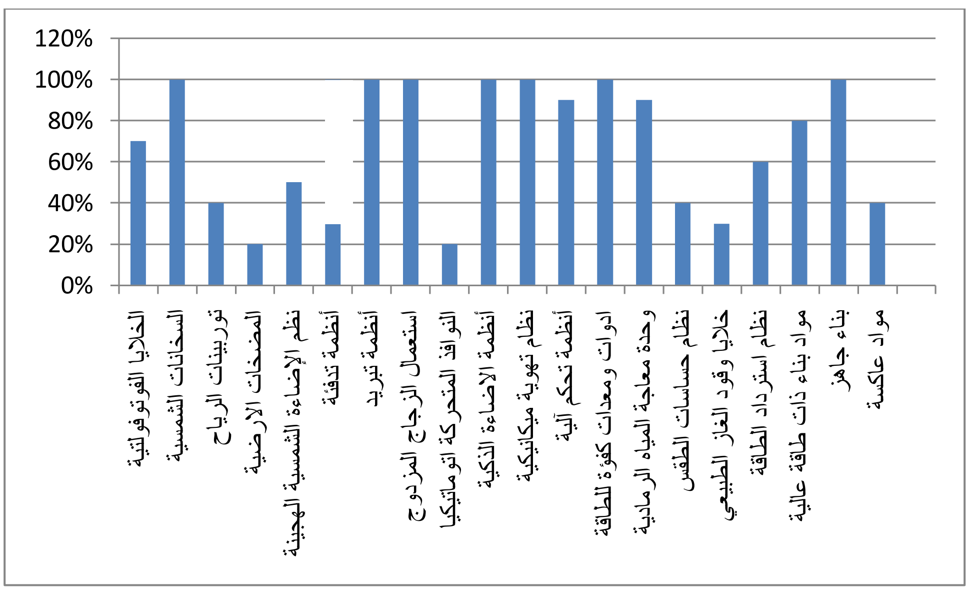


شكل رقم (103): نسبة تحقق المفردات ضمن مبدأ التسخين. (المصدر: الباحثة)

وبالتالي تم التوصل الى تركيز المصممين على استعمال التقنيات الحديثة وبنسب عالية كاستخدام السخانات الشمسية وانظمة التدفئة لتحقيق عمارة خضراء من خلال مبدأ التسخين.



شكل رقم (104):نسبة تحقق التقنيات (الذاتية) ولجميع العينات.



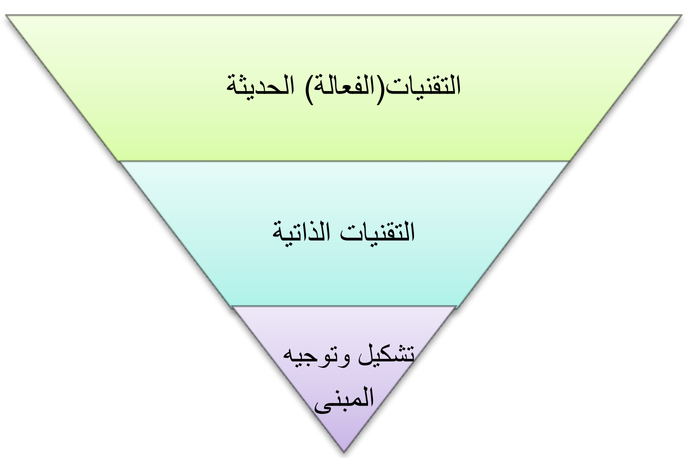
شكل رقم (105): نسبة تحقق التقنيات الحديثة لجميع العينات.

الاستنتاجات

تلخصت استنتاجات هذا البحث في جزءين: الاستنتاجات الخاصة والتي تعنى بالنتائج المتعلقة بتحليل العينات المنتخبة. والاستنتاجات العامة والتي نتجت من دراسة موضوع البحث بشكل عام.

الاستنتاجات الخاصة - بينت نتائج التطبيق الواردة فيما سبق الاستنتاجات التالية:

1. تم التركيز على استخدام التقنيات الحديثة لتحقيق عمارة خضراء، وعدم استغلال معطيات المناخ المحلي للحد الأقصى وموارد المنطقة المحلية، مما يدل على عدم ادراك أهمية التفكير ضمن النطاق المحلي من استخدام المواد المنتجة محليا، مما يزيد الكلفة ويضعف دعم الاقتصاد المحلي. وهذا يعاكس تدرج أهمية المعايير والأنظمة المستخدمة لتحقيق عمارة خضراء الوارد في الشكل رقم (14)، بأن الاعتماد في الدرجة الاولى للتحكم بالأداء الحراري للمبنى يجب ان يكون على تشكيل المبنى وتوجيه ضمن الموقع ، ثم يليها استخدام التقنيات الذاتية في الأهمية، واخيرا التقينات الفعالة (الحديثة). فقد بينت نتائج التطبيق على العينات العشرة المنتخبة ان الهرم (تدرج أهمية الانظمة المستخدمة لتحقيق عمارة خضراء) السابق معكوس في حالة النماذج المنتخبة، حيث تم الاعتماد بشكل اساسي على التقنيات الحديثة والانظمة التكنولوجية المتطورة بالدرجة الأولى للتحكم في الأداء الحراري للمبنى. كما في الشكل التالي.



شكل (106):تدرج الأنظمة المستخدمة لتحقيق عمارة خضراء في النماذج المنتخبة. (المصدر: الباحثة)

2. الاعتماد على أنظمة التدفئة والتبريد الحديثة بالدرجة الأولى وعلى التقنيات الحديثة لتحقيق عمارة خضراء، وضعف التوجه نحو تطوير الأداء الحراري للمبنى في محاولة للتخفيف من التأثيرات المناخية للموقع. وبالتالي نستنتج ضعف الوعي للنظم البيئية وعدم معرفتها والتحكم بها بشكل جيد، بحيث تهدف الخطوة التصميمية الأولى الى معرفة النظم الذاتية Passive Systems المعتمدة على العوامل المناخية المحلية واعطاء الأولوية لها بدلا من النظم الفعالة (الحديثة) Active Systems وبهذا يمكن ان يحقق التصميم المستدام أقل استهلاك للطاقة غير المتجددة.

3. أما فيما يخص المواد، فقد سجل استخدام المواد ذات الطاقة العالية ومعظمها هي مواد غير محلية بنسبة كبيرة وهذا يزيد من التأثيرات السلبية على البيئة، ويزيد من الطاقة المستخدمة في النقل ومن التلوث الناتج عنه. فهدف عملية التصميم هو استهلاك اقل حد ممكن من الموارد وانتاج فضلات قليلة من المبنى، اذ يجب التأكد ان هذه العمليات لا تتطلب كميات كبيرة من المواد، والطاقة والمساحة في البيئة.

4. أما بالنسبة للبناء الجاهز فقد سجل اعتماد المصممين عليها بالدرجة الاولى وذلك لمحاولة ربح الوقت وسهولة التركيب وقلة الأضرار الناتجة عنها من تلوث وضوضاء.

5. قلة كفاءة استغلال الطرق الطبيعية والوسائل المناخية الصحيحة والتقنيات الذاتية في عملية السيطرة المناخية ومحاولة استخدام الطرق الميكانيكية للوصول الى حلول مناخية ملائمة.

6. تباين اعتماد التوجهات التصميمية البيئية المعتمدة على النظم الذاتية والمتثملة بتصميم الواجهات والسيطرة الشمسية والتوجيه المناسب واستخدام النباتات والمياه لاغراض التهوية الطبيعية والتبريد الذاتي.

7. فاعلية المفردات التكنولوجية المتمثلة بالتقنيات الحديثة كاستخدام أنظمة التحكم الآلي، واعتماد الخلايا الفوتوفولتية وتوربينات الرياح لتوليد الطاقة.

8. المشاريع التي تعتمد استخدام التقنيات الحديثة في العمارة الخضراء قد تصطدم باشكاليات الصيانة أو التشغيل، لعدم توفر الصناعات المساندة والخبرات المحلية في بعض الأحيان، ما يستوجب غالبا الاعتماد على المصدر أو المورِّد الغربي في تحقيق استمرارية تقنيات الاستدامة،

وهذا يتعارض مع مبادئها، بالاضافة الى التكلفة العالية، وقلة استغلال وتشغيل لايدي العاملة المحلية.

نستنتج باختصار ان تصميم المباني التي تعد بجوهر الامر خضراء ما زال بعيدا عن التوجهات العلمية المدروسة والفهم الحقيقي لكيفية ايجادها، فما زال الحكم عليها مرتبطا بالمظهر الخارجي، فالبعض يعتقد انه بمجرد كون تلك المنشآت مبنية بمواد طبيعية فهي خضراء، او لمجرد استخدامها تقنيات خضراء كالخلايا الكهرضوئية على الاسقف او الواجهات فقد اكتسبت تلك السمة الخضراء. على الرغم من كونها مباني صندوقية محاطة بالزجاج والفولاذ تتطلب قدراً كبيراً ومكلفاً من الطاقة من أجل تدفئتها وتهويتها وتبريدها.

الاستنتاجات العامة - أما بالنسبة للاستنتاجات العامة فيمكن حصرها فيما يلي:

1. تهدف الخطوة التصميمية الأولى الى معرفة النظم الذاتية المعتمدة على العوامل المناخية المحلية للموقع واعطاء الألوية لها بدلا من من النظم الفعالة، وبهذه الطريقة يمكن ان يحقق التصميم البيئي أقل استهلاك للطاقة غير المتجددة، والمتحققة عن طريق التنظيم المورفولوجي لشكل المبنى وتكامله مع محيطه، فالنظم الذاتية هي تقنيات خاصة بالتبريد والتدفئة لتحقق درجات حرارة مقبولة عن طريق الطاقات الطبيعية.

2. أهمية الحذر في اتخاذ القرارات التصميمية في المراحل الأولى، وأهمية الاستخدام المتوازن للمواد الصديقة للبيئة التي يمكن اعادة تدويرها، وللتقنيات الحديثة التي تسهم في تحقيق عمارة خضراء. فالقرارات المبكرة تملك تأثير عظيم على فعالية الطاقة والتصميم الشمسي الذاتي واضاءة النهار والتبريد الطبيعي.

3. يعتبر التصميم المستدام أكثر من فلسفة بناء او نمط لطراز بنائي، فالمباني المستدامة لا تملك مظهر أو طراز معين فهي تختلف باختلاف الموقع والمناخ، ولا يكفي ان تضفى عليها بعض التقنيات الحديثة الخضراء لاضفاء سمة الاستدامة عليها.

4. تتكامل التقنية المعاصرة، كجهد علمي ومعرفي، مع الاستدامة، كرصيد بيئي وحضاري، ذلك لتحقيق مصالح الإنسان وتحسين عمران الأرض، من خلال التنمية العمرانية المعمارية. ورغم

ذلك، فنجد أن كثيراً من الممارسات المعمارية والعمرانية المعاصرة، محليا تعمل بصورة عكسية، وذلك من خلال المساهمة في الاستغلال غير المرشد للموارد، أو العمل على تدهور البيئة الطبيعية.

5. لا بد من استعمال التقنية والتكنولوجيا بقدر أو بآخر ولكن لا يجب اعتبار التقنية هدفا وغاية بل وسيلة، فالعمارة المستدامة ليست ضد التقنية، وانما هي بشكل بسيط تدعو الى التصميم الحكيم الذي يستخدم التقنية بدلا من الاعتماد عليها، والمعماري المحلي عليه ان يفكر بشكل عام في طرح اللباس الموحد الذي أوجدته العمارة العالمية الحديثة والا نعتبره قدرا قدسته المعاهد المعمارية الهجينة.

6. هنالك حقائق موضوعية تحتم تناقل الثقافات والمعارف وتؤثر بعضها ببعض، وعليه فلا يمكن لعالم جعلته سبل المواصلات كمدينة صغيرة ألا يتأثر المعمار فيه بعضه ببعض، ونقل التكنولوجيا شيء مهم لتقدم وسائل الإنتاج وبالتالي إلى خلق بيئة صالحة للعمل والحياة، والعالم العربي كجزء من الدول النامية، في حاجة ماسة للنقل المفيد للتكنولوجيا. ولكن هناك خيط رفيع بين الاستفادة من الأفكار المستوردة، والاستعانة بها للوصول إلى الحلول المثلى، وبين نقل أفكار الآخرين بحذافيرها وبدون تصرف، والتأثر بها لحد يعمى معه الإنسان عن فهم المشاكل بصورة تنطبق مع واقع الحال، والوصول لحل يلائم الظروف الموضوعية للمشكلة.

7. ونظرا إلى أن إقليم الصحاري الحارة الجافة يعتبر العمود الفقري في المنطقة العربية إلى جانب أنه يشغل مساحة تفوق أيا من الأقاليم المناخية الأخرى، فسوف يكون التركيز على استعراض المعالجات التخطيطية والمعمارية التي طبقها المسلمون في المدن والمباني التي أقاموها في المناطق الصحراوية الحارة. وبصفة عامة فإن استراتيجيات التصميم المناخي في المناطق الحارة يجب ان تراعي ما يلي: في فصل الشتاء يجب أن يراعى في تصميم المبنى الاستفادة القصوى من الاكتساب الحراري عن طريق الإشعاع الشمسي مع تقليل فقد الحرارة من المبنى. اما في فصل الصيف يكون الاحتياج للتبريد فيراعى تصميم المبنى بأسلوب يعمل على تجنب الإشعاع الشمسي وعدم الاكتساب الحراري، مع العمل على فقد الحرارة من داخل المبنى وتبريد فراغاته بوسائل مختلفة.

8. أن للموقع الذي ينشأ فيه المبنى والعوامل المناخية المحيطة به أثر كبير في تحديد الوسائل المثلى للتقليل من استهلاك الطاقة فيه، فالبيئة التي تسيطر عليها حرارة الصيف تختلف عن تلك التي تسيطر عليها برودة الشتاء أو يسودها الاعتدال المناخي. لذا يمكن معالجة المبنى من خلال مرحلة التصميم، وبالتالي ليس من الحكمة تكرار نفس النماذج التصميمية لنوع معيّن من المباني في مناطق مناخية مختلفة واتخاذ الإجراءات اللازمة لمعالجة تفاعل المبنى مع البيئة التي صمم لها.

9. المناخ هو أحد أهم العوامل التي تؤدي إلى دراسة صحيحة الذي يفرض على المهندس مراعاة العزل الحراري في دراسته للواجهات الخارجية وللمواد المستخدمة في الإكساء، ويتم ذلك من خلال عدة وسائل، فعندما تكون وظيفة المبنى لا تحتاج إلى مساحات زجاجية كافية فإنه من المفضل أن يتم الإقلال من المساحات الزجاجية قدر الإمكان. وعندما تكون وظيفة المبنى تحتاج إلى مساحات زجاجية كافية من أجل الإنارة فإنه من المفضل أن يتم استخدام الزجاج ذو العازلية العالية للحرارة أو معالجة الفتحات في الدراسة المعمارية.

10. تتخلل عملية تصميم المباني قرارات متعددة يقوم بها الفريق الهندسي المصمم للمشروع والكثير من هذه القرارات له أهمية بالغة في إنشاء المبنى وكذلك في كفاءة أدائه الوظيفي والهندسي وقد لا يدرك البعض مدى أهمية القرارات المعمارية والهندسية وعلاقتها بملاءمة المبنى للبيئة المناخية المحيطة به ومدى حاجته من الطاقة لجعله ملائمًا للاستخدام الذي صمم من أجله. لذلك فإن أي تقصير في تصميم المباني لتناسب البيئة التي صممت لها يزيد من الاعتماد على أنظمة التكييف لتهيئة الأجواء المناسبة لقاطنيه. وتعتبر القرارات التي تتخذ لترشيد استهلاك الطاقة في مرحلة تصميم المبنى هي الأكثر فاعلية والأقل تكلفة إذا ماقورنت بتلك القرارات التي تتخذ لاحقا خاصة بعد الإنتهاء من مرحلة التصميم لذلك يجب إعتبار وسائل ترشيد استهلاك الطاقة في المراحل الأولى من تصميم المباني والتي يمكن تلخيصها فيما يلي:

أ. اختيار التوجيه المناسب للمبنى في الموقع بالنسبة لحركة الشمس والرياح وكذلك المرافق المجاورة. ويجب إعطاء أهمية كبيرة لمعالجة مسطحات ومواصفات النوافذ الزجاجية للواجهات المختلفة للمبنى حيث أن الواجهة الجنوبية تعطي ميزة عن الواجهات الأخرى في الاستفادة من حرارة الشمس المائلة بغرض التدفئة في الشتاء وكذلك محدودية تأثير الأشعة المرتفعة خلال

الصيف شريطة حسن تصميم واستخدام المظلات الأفقية والعمودية الخارجية المناسبة والتي بدونها تكون النتائج عكسية. وتعتبر الواجهة الغربية من أسوأ الواجهات من الناحية الحرارية للمبنى.

ب. تصميم المبنى بحيث يستفيد من عوامل التهوية والتدفئة الطبيعية الناتجة عن حركة الرياح والطاقة الشمسية لدعم الوسائل الميكانيكية اللازمة لتشغيل المبنى.

ج. تصميم المبنى بشكل يمكنه من الاستفادة من الإضاءة الطبيعية ما أمكن لتقليل الاعتماد على الإضاءة الكهربائية.

د. اختيار مواد البناء الملائمة بما فيها نوع وسماكة العزل الحراري المناسب للحوائط والأسقف. مع ملاحظة أن العزل الحراري للأسقف أكثر أهمية من الحوائط خاصة كلما زادت المساحة المكونة لسقف المبنى لتعرضها لأشعة الشمس المباشرة على مدار ساعات النهار.

هـ. اختيار الألوان الخارجية الملائمة للبيئة المحيطة بحيث تكون فاتحة في المناطق التي تهيمن عليها حرارة الصيف للمساعدة على انعكاس أشعة الشمس.

و. حسن اختيار أنواع زجاج النوافذ وخصائصه الحرارية، فالزجاج المزدوج مع فراغ من الهواء يزيد من مقدار العزل الحراري. كما أن تظليل الزجاج يعزز من حجبه لأشعة الشمس المباشرة على المبنى، ولا شك أن التظليل الخارجي للزجاج أكثر فاعلية لحجب أشعة الشمس المباشرة حيث أن التظليل يعتبر عامل الدفاع الأول وخاصة كلما زادت مساحة الزجاج الخارجي في واجهات المباني.

ز. تصميم واختيار أنظمة الإضاءة الكهربائية المناسبة وذات الكفاءة العالية.

ح. تصميم واختيار أنظمة التكييف الملائمة لحجم ووظيفة المبنى مع ما تتطلبه من وسائل التحكم المناسبة.

11. للوصول الى عماره مستدامة يجب ارساء مبادىء الإستدامة في العملية التصميمية وتوجية نظر المعماريين الى العملية التصميمية المستدامة والتى تهتم بالعناصر الآتية :- دراسة المكان كالتوجيه والحفاظ على البيئة الطبيعية وتوافقها مع التصميم والوصول إلى التكامل بين المبنى وبيئته المبنية والخدمات المتاحة. الاتصال بالطبيعة. فسواء كانت بيئة طبيعية أو مبنية هذا الاتصال يمنح الحياة للمبنى وبدمجه مع بيئة تعايشة ومستخدمية . إدراك العمليات الطبيعية: فالحياة الطبيعية تكاملية أى أن النظم الطبيعية تسير في دائرة مغلقة (أكتمال دورة الغذاء والطاقة في مرحلة الأرض البكر) وتلبية حاجات جميع الأنواع يأتى عن طريق العمليات الحياتية. دراسة التأثير البيئى: فالتصميم المستدام يسعى إلى إدراك التأثير البيئى للتصميم بتقييم الموقع، الطاقة،

المواد، فعالية طاقة التصميم وأساليب البناء ومعرفة الجوانب السلبية ومحاولة تحقيقها عن طريق إستخدام مواد مستدامة.

12. تخفيض استعمال الزجاج الذي يسمح بعبور الحرارة والشمس فتكلفة تكييف البناء تدفئة وتبريدا قد تزيد من نسب استهلاك الكهرباء بنسب تتراوح ما بين 20 الى 30%. أو التجزئة والتفتيت لمحتوى القشرة الزجاجية في هيئة قطع وأجزاء . حينها سنكسب ثمرتين: التظليل والحد من المساحة الزجاجية بمساحات متنوعة مصممة من مواد مختلفة فنتغلب بذلك على مشكلة القشرة الزجاجية.

13. أن التصميم المستدام لا يتوقف على التصميم والتقنية وحدهما اذ لن يتكمنا من حل المشاكل التي صنعها المعماريون، وسوف توجد الحلول لمشاكل البيئة حالما يتوقف الانسان عن محاولة السيطرة على الطبيعة والنظر اليها على أنها نموذج. إذ أن المشكلة تبدأ من الأساس بكون مبانينا أبعد ما تكون عن ملائمتها لطبيعة المناخ السائد في المنطقة. وبالتالي فإن الحل يأتي من إعادة النظر في المفاهيم العمرانية التي نتبعها في إنشاء وتصميم هذه المباني، كي تصبح متماشية مع بيئتها، وليست معادية لها. وأن نعيد إبداع عمارة عصرية (أذكى) في خطوطها العريضة والتفصيلية، تتكون من عناصر تساعد في اندماجها وتكيفها مع بيئتها، بدلاً من العناصر التي تخلق مشكلات معها، ثم تعيينا بعدها في إيجاد الحل.

التوصيات

من المفيد **تقييم التجارب المعمارية** التي شهدتها المنطقة ومساهمات العديد من المعماريين العرب وغير العرب في إيجاد عمارة معاصرة تنتمي الى البيئة العربية وتراثها العريق، والاستفادة من الحلول المختلفة التي ظهرت في تلك الفترة للتعامل مع العوامل المناخية. وبالتالي يوصي البحث بما يلي:

1. من هنا ضرورة إيجاد آلية فعالة للاستفادة من التطور العالمي في مجال العمارة الخضراء، وتشجيع البحث العلمي وإجراء التجارب على تقنيات الاستدامة التي تم تطويرها في الغرب، وتطويعها لتناسب البيئات الطبيعية المختلفة في المنطقة العربية.

2. كما يجب دراسة الحلول البيئية التراثية التي أفرزها التفاعل الإيجابي بين الإنسان وبيئته الطبيعية عبر الزمان، والتي تجلت في المظاهر والأنماط العمرانية والمعمارية المميزة في البيئة العربية، التي تعكس العلاقات الاجتماعية وتعززها، والتكامل الوظيفي في استعمالات الأراضي الذي يحقق الكفاءة في الحركة واستهلاك الطاقة، والمفاهيم المعمارية كالفناء وملقف الهواء، وعناصر التظليل، والتحكم بالإضاءة الطبيعية، وأساليب العزل الحراري باستخدام مواد البناء المحلية، والتقنيات الطبيعية التي كانت تستخدم لترطيب الهواء وتبريده، والاستعانة بالدراسات العلمية التي أجريت على هذه الأنماط.

3. ويتعين على الجهات الحكومية والقطاع العام أن تتبنى تطوير مشاريع تنموية يتم من خلالها استخدام تقنيات الاستدامة، وتكون بمثابة نماذج حيوية لتعريف القطاع العام بفوائد هذه التوجهات وإمكاناتها ومدى تحقيقها للمردود الاقتصادي.

4. لابد أن نتبنى فكر التوجهات البيئية المعاصرة كأن نتخذ من التنمية المستدامة توجه عام لتنميتها العمرانية فتحث على استخدام وتوظيف عناصر الطاقة الطبيعية في خططها. فهناك حاجة لتفعيل قوانين التظليل في المشاريع العمرانية وتشجيع استخدامها وتبنيها كمؤشر لجودة التصميم والتخطيط وشرط لترخيص المشاريع. وأخيراً يأتي دور التوعية العامة بأن يكون الحرص على التظليل والظل عمل حضاري وانساني يحرص عليه الزبون قبل المصمم.

5. أن تفعيل تطبيق مفاهيم وممارسات الإستدامة والعمارة الخضراء في صناعة البناء لا يمكن أن يتم إلا عن طريق المعماريين والمهندسين المؤهلين في هذا المجال، وهو ما سيقود إلى إيجاد الحلول الملائمة للمشاكل البيئية والاقتصادية والوظيفية إن "العمارة الخضراء" "والمباني المستدامة" ليست توجهاً نظرياً، بل إنها تمثل توجهاً تطبيقياً عالمياً وممارسة مهنية واعية بدأت تتشكل ملامحها وأبعادها بشكل كبير. فالمعماريون والمهندسون هم بمثابة الأدوات الفاعلة التي تستطيع توطين هذه التقنيات وتأصيلها كممارسات مهنية أثناء تصميم مشاريع المباني والإشراف على تنفيذها. وهذا بدوره يتطلب الاهتمام بالتعليم المعماري والهندسي في جامعاتنا بحيث تصبح كليات العمارة والهندسة "حاضنة " لتوجه العمارة الخضراء والمباني المستدامة.

6. ومن أجل إيجاد الحلول البيئية والاقتصادية للمشاكل التي يعاني منها قطاع البناء نحن بحاجة ماسة إلى تغيير الأنماط التقليدية المتبعة في تصميم وتنفيذ مبانينا لجعلها أكثر استدامة، وهذا التغيير المطلوب يجب أن يبدأ من العنصر الرئيس في عمليات صناعة البناء وهو المعماري.

7. تشجيع المباني التي ستقوم بمراعاة مبادئ العمارة الخضراء من خلال الحوافز، فالمباني الجديدة تتمتع بالحوافز المقدمة من السلطات المعنية (في أوروبا) مثلا. فالتي حجمها أكبر من 10،000 متر مكعب والتي تتطلب طاقة أقل 50 ٪ مقارنة بالمباني التقليدية، لها الحق بمساهمة حكومية = 55 ٪ من التكاليف الإضافية لعمل نظم توفير للطاقة.

8. تبنت معظم الدول العربية سياسات تهدف الى تعزيز نقل التقنيات الحديثة اليها ورغم ذلك لم تحقق معظم هذه الدول توطينا ملموسا لها وذلك بسبب تركيزها على نقل الجوانب المادية للتقنية دون الاهتمام بتوطين الجوانب المعرفية والادارية والتنظيمية وهو ما يعرف بالنقل الخالي من المعرفة. وهذا يعني ضرورة تأكيد الدول العربية على نقل التقنية وتوطينها والعمل على تحقيق ذلك بجميع الوسائل الممكنة، من خلال الاهتمام بالبحث العلمي والتطوير.

إن مثل هذه الجهود المجتمعة والمكثفة لا بد أن تثمر في تطوير مفهوم العمارة الخضراء في العالم العربي. لا لكي ينظر إليها كطراز معماري جديد، بل لتصبح أحد البدائل المهمة في مقابل التخبط العمراني والمعماري الذي عانت منه البيئة المحلية فتكون هذه العمارة أداة فاعلة في التنمية المستدامة الشاملة في المنطقة العربية.

قائمة المراجع والمصادر

ابو النجا، محسن محمد (1984)، **اقتصاديات تصميم الوحدات السكنية دراسة تأثير شكل الوحدة السكنية وعدد الأدوار على التكلفة**، رسالة ماجستير، جامعة القاهرة، مصر.

أبو صوف، نعمت (2009)، **طاقة الرياح ثمة سلبيات.**

أحمد، عبد المطلب محمد علي (2000)، ملامح الفكر البيئي للمسكن التراثي بين النظرية والتطبيق لعمارة الصحراء. **المؤتمر المعماري الاردني الثاني العمارة والبيئة نحو عمارة بيئية مستدامة**، عمان، الأردن.

أشقر، طارق (2010)، **العمارة الخضراء كمفهوم قديم متجدد**، مسقط، عمان.

انطانيوس، غيداء منيف (2000)، بين الاصالة والعولمة، المعالجات البيئية التقليدية وتطبيقاتها في العمارة العربية المعاصرة، **المؤتمر المعماري الاردني الثاني العمارة والبيئة نحو عمارة بيئية مستدامة**، عمان، الأردن.

بخاري، عبدالله يحيى (2004)، **التقنية والعمارة**. مجلة البناء السعودية، العدد 124، الصفحات 30-32.

البهنسي، عفيف (1982)، **العمارة العربية، الوحدة والجمالية والتنوع**، المؤسسة العربية للانتاج الادبي والفني.

بيتر لاند (1986)، المدينة الأفقية .. اتجاه جديد فى العالم، **مجلة عالم البناء**، العدد 67، مركز الدراسات التخطيطية والمعمارية، القاهرة.

ثويني،علي (2008)، **المنحى البيئي في العمارة الإسلامية**.

الجادرجي، رفعة (1995)، **حوار في بنيوية العمارة**.

جامعة الدول العربية (2000)، وزارة الاسكان والمرافق والمجتمعات العمرانية الجديدة، **مؤتمر مواد البناء العربية والتحديات الاقتصادية**.

حسن، نوبي محمد والأكيابي، محمود عبدالهادي (1999)، استخدام تقنيات الطاقة الشمسية في المدن الجديدة: قاعدة اقتصادية في عملية التنمية العمرانية المستدامة، **ندوة المدن الجديدة ودورها في التنمية المستدامة**، أكادير، المملكة المغربية.

الحمدي،1997 ، ناصر عبدالرحمن (2000)، اعتبارات التصميم المعماري المناخي للمسكن في البيئة الصحراوية بالمملكة العربية السعودية، **مجلة جامعة الملك سعود.**

الحمدي،1997، ناصر عبد الرحمن (1997)، تطبيقات نظم التبريد الطبيعية الذاتية على المباني الصحراوية في المملكة العربية السعودية، **المؤتمر المعماري الثالث عمارة وتخطيط الصحراء تجارب الماضي وافاق المستقبل**، جامعة اسيوط، اسيوط، مصر، ص 14-23.

خزام، عهد (2000)، **اثر المواد المعاصرة على الواجهات**، دمشق، سوريا.

الريحاوي، عبدالقادر (1999)، **العمارة العربية الإسلامية**: خصائصها و آثارها في سوريا . دمشق.

الزعفراني، عباس محمد عباس (1994)، **العمارة الشمسية السالبة في المناطق الحارة تقييم لاقتصاديات معالجتها المناخية**، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة القاهرة، مصر.

سليمان، باهر (1985)، تأثير الدراسات المناخية على الجدوى الاقتصادية للمشروعات، **مجلة عالم البناء**، العدد 65، مركز الدراسات التخطيطية والمعمارية، القاهرة.

شمس الدين، أمل كمال محمد (2003)، **ترشيد استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى**، رسالة ماجستير، جامعة عين شمس، مصر.

صقر، إبراهيم أحمد (1987)، **الطاقة الشمسية**، الهيئة المصرية العامة للكتاب، القاهرة.

عادلى، طارق كمال الدين (1995)، أثر البيئة المناخية على التخطيط العمرانى وحيزات العمارة الداخلية بالمدن الجديدة فى صعيد مصر، **المؤتمر المعمارى الثانى**، قسم العمارة، كلية الهندسة، جامعة أسيوط، أسيوط.

عالم البيئة والعمران (2003). **دور التكنولوجيا في تدعيم في مفاهيم العمارة الخضراء**، المؤتمر العمراني الدولي الخامس.

عبد الباسط، شالة و الصغير، مسعودي محمد (2006)، **العمارة والعمران المعاصر بين الاصالة والمعاصرة**، معهد التسيير والتقنيات الحضرية، الحزائر.

عبد القادر، مراد (1989)، **الإضاءة الطبيعية فى الفراغات العمرانية**، المجلة المعمارية، السنة الرابعة، العددان (11،12)، جمعية المهندسين المصرية، القاهرة.

عبد الله، حسين (1992)، **اقتصاديات الطاقة فى مصر**، وزارة البحث العلمى، أكاديمة البحث العلمى والتكنولوجيا، مجلس بحوث العلوم الاقتصادية، القاهرة.

عطية، إيمان محمد (1997)، أساليب التصميم المعمارى فى المجتمعات الصحراوية، **المؤتمر المعمارى الدولى الثالث**، قسم العمارة، كلية الهندسة، جامعة أسيوط، أسيوط.

العكام، أكرم جاسم محمد. العاني، ايناس وليد (2009)، أثر الأنطقة الايكولوجية في التخطيط والتصميم الحضري لمدن العراق. **مجلة جامعة دمشق للعلوم الهندسية**، 25(1).

علي، آزاد أحمد (2008) ، العمارة المعاصرة من النزعة السلفية إلى الحداثة المنسجمة، **مجلة الحوار المتمدن**، العدد 2391 .

العمايرة، علي حسين (1425هـ)، دور التصميم المعماري في تحقيق وحدات دور سكنية ميسرة:المساكن الخضراء، **ندوة الإسكان الثانية(المسكن الميسر)**، الهيئة العليا لتطوير مدينة الرياض، الرياض.

عيسى،2000، محمود أحمد أحمد (2000)، **الطاقات المتجددة والتصميم العمراني المستدام.**

غالب، عبدالرحيم (1988)، **موسوعة العمارة الاسلامية.**

الفايز، عبد الله إبراهيم (2008)، **المنازل الخضراء بالمملكة -- ما فائدتها.**

فجال،2000، أحمد عاطف الدسوقي (2000)، **تكنولوجيا البناء والطاقة المهدرة ادماج البعد البيئي في القرارات التصميمية لتحقيق الاستدامة**، جامعة عين شمس، مصر.

القصراوي، سماح مصطفى (2005)، **دور التكنولوجيا المتقدمة في تشكيل العمارة المعاصرة حالة دراسية: العمارة الاقليمية المعاصرة في منطقة الخليج العربي**، رسالة جامعية غير منشورة، الجامعة الاردنية.

محمد، عبير سامي (2006)، **العمارة ما بعد الثورة الرقمية، رؤية جدلية نحو بعد جديد لمستقبل التصميم المعماري وتكنولوجيا البناء**، جامعة طنطا، مصر.

محمود، شيماء محمد كامل (1995)، **البناء لمن لا مأوى لهم**، رسالة دكتوراة، جامعة عين شمس، مصر.

مركز الدراسات والبحوث، **اقتصاديات الطاقة الشمسية في المملكة العربية السعودية**، غرفة الشرقية، المملكة العربية السعودية.

مشاري عبدالله (2000)، **"أفكار لعمارة المستقبل"**، مجلة البناء، المجلد 20، العدد121.

المصري، وائل (2009)، **العمارة الخضراء نقلٌ عن الغرب أم عودة الى التراث؟**

مصطفى،عدنان ياسين (2001)، **"التنمية المستدامة بين ايديولوجيا الشمال ومأزق الجنوب"**، رؤية سوسيولوجية، بغداد، مجلة فصلية عملية يصدرها قسم الدراسات الاجتماعية-بيت الحكمة-السنة الثالثة، العدد التاسع.

المعلم ،جاك (2010)، **أسلوب قديم في إطار مقتضيات العصر**،الجزيرة نت.

المفيز، ابراهيم بن عبدالله (2002)، دور فناء المسجد في ترشيد استهلاط الطاقة الكهربائية، **مجلة جامعة الملك سعود**، 14، 1-17.

مقال فنى (1987)، مدخل إلى تصميم المستوطنات البشرية الجديدة فى المناطق الصحراوية (الجزء الثانى) ، **مجلة عالم البناء**، العدد 84، مركز الدراسات التخطيطية والمعمارية، القاهرة.

الناجم ، علي عثمان، (2002)، عمارة الظل البديل لعمارة الشمس، **مجلة المهندس البحرينية**، العدد 36، سلسلة: إعادة صياغة المفاهيم العمرانية في المدينة الخليجية لتحسين أداءها الوظيفي وقيمها الجمالية.

الناجم، علي بن عثمان والجوير، إبراهيم بن سعد و خمار، نبيل (2008)، نحوعمارة متوافقة مع المناخ، **مجلة ارامكوالسعودية**، العدد 33.

الناجم، علي عثمان (2004)، **المنظور البيئي للمسكن الخليجي في القرن الجديد**. الرياض، المملكة العربية السعودية.

الناصر، وهيب عيسى (2000)، **مصادر الطاقة النظيفة أداة ضرورية لحماية المحيط الحيوي العربي.**

النداوي، تمارا ابراهيم (2002). **المؤثرات التكنولوجية في المباني الحديثة للتقليل من استهلاك الطاقة: دراسة تحليلية الايكولوجيا والاستدامة**. رسالة ماجستير، جامعة بغداد، العراق.

نقابة المندسين الاردنيين شعبة الهندسة المعمارية، جمعية المعماريين الاردنيين (2000)، المؤتمر المعماري الاردني الثاني: **"العمارة والبيئة: نحو عمارة بيئية مستدامة"**، المركز الثقافي الملكي، عمان.

وزيري، يحيى (2002). **التصميم المعماري الصديق للبيئة: نحو عمارة خضراء**. (ط1)، القاهرة: عربية للطباعة والنشر.

References

Abdou, O. (2000), **Green Architecture: A Holistic Approach**, Ecological Approaches to Architecture, medina: Cairo.

Abel, Chris (1997), **Architecture & Identity, Towards a Global eco-culture**, Architectural Press: London,.

Addington, Michelle. Schodek, Daniel L., (2005), **Smart Materials and New Technologies, For the architecture and design professions**, Oxford: Architectural Press.

Architecture, (1991). **Blueprint for a Green future**. 82(6): 47-48.

Architecture, (1991). **The Greening of Architecture**. 30(2): 61-63.

Asfour, K. (2000), **Green Technology,** Ministry of Education, Riyadh.

Avetett, Steven, (2003). **A Home for Efficiency**. Industrial Engineer. 35(3):28.

Baker, Geoffrey H.(1996), **Design Strategies in Architecture: An approach to the Analysis of Form**, Chapman & Hall Inc.: London,.

Botha, Coenraad (2008), **Think Green Conference**, The Business Case for Green Buildings, Practice Director LDY.

Brown, L. R. (1987), **State of the world: A World Watch Institute Report on Progress Toward a Sustainable Society**, New York.

Butera, F.M. (2005), **Glass architecture: is it sustainable?**, International Conference "Passive and Low Energy Cooling 161 for the Built Environment", Santorini, Greece.

Catherine, S., (2001). **Eco-Tech: Sustainable Architecture And High Technology** .Thames & Hudson, London.

Cole, R., (1995), **Linking and Prioritizing Environmental Criteria Proceedings**, Task Group 8, Toronto, Canada, p.40.

Curtis, William J.R (1997), **Modern Architecture since 1900**, Phadian Press,.

David Elliot, (1997). Energy**, Society and Environment: Technology for sustainable Future**. London and New York, Routhy introduction to environment.

Edward, Brain, (2001). **Design Challenge of Sustainability**. Architectural Design. 4(71):21.

Flavin, C. and During, A. (1988), **Raising Energy Efficiency**. State of the Word, World Watch Institute Report..

Foster, Norman (2008), **Think green conference 2008 -Local rules global outcome**, Amman, Jordan.

Gissen, David, (2002). **Big and Green: Towards Sustainable Architecture in the 21st Century**. New York: Princeton Architectural Press.

Givoni, B., (1994), **Passive and Low-Energy Cooling of Building**, New York, Van Nostrand Reinhold, .pp.78-82.

Green Questionnaire, (2001), **Jan Kaplicky of Riverside in Green Architecture**, Architectural Design, Editor Edward, Brian, Vol 17, N0 4, p.34.

Guy, Simon. Moor, Steven, (2005). **Sustainable Architecture: Cultures and Natures in Europe and North America**. New York and London: Spon Press.

Hui, S. (2001), **Sustainable Architecture and Building Design**", www.1.arch.hku.hk/research/beer/ sustain.htm.

Javier, Senosiani, (2003). **Bio-Architecture**. Oxford: Architectural Press.

Kaiho, Koichi, (2000), **Quantitative Evaluation Techniques in the Analysis of Natural Light, in Sustainable Architecture in Japan the Green Buildings of Nikken Sekke**i, Edited by Ray- Jones, Anna, USA, p172-174.

Kim, Jong Jin, (1998), **Introduction to sustainable design**, National Pollution Prevention Center for Higher Education, Michigan.

Lappiatt, Barbara, (1999). **Selecting Cost-Effective Green Building Products**. Journal of Construction Engineering and Management. 125(6):448-450.

Lyle. John Tillman (1994), **Regenerative Design for Sustainable Development**, John Wiley & Sons, Inc.: Canada.

M. Dean, Angela, (2003). **Green by Design: Creating Home for Sustainable Living**. Utah: Gibbes Smith.

Mackennzie, Dorthy, (1997). **Green Design: Design for the Environment**. London: Laurance King Publishing.

Mendler, Sandra, (2006). **The HOK Guidebook to Sustainable Design**. New Jersey: John Wiley & Sons.

NM Solar Energy Association,(2010), **Balcomb (Patricia Mullen) House**, New Mexico Solar Energy Association

Pitts, Adrian, (2004). **Planning and design strategies for Sustainability and profit**. Oxford: Architectural Press.

Powel, R. (1999), **Rethinking the Skyscraper: The Complete Architecture of Ken Yean,** Thames & Hudson: London.

Pressman, Andy. (1993), **Architecture 101, A Guide to the Design studio**, John Willy & Sons.: London.

Reddy,Venkatarama, (2004), **Sustainable building technologies**, Department of Civil Engineering & Centre for Sustainable Technologies, Indian Institute of Science, Bangalore, India

Roaf, Sue, (2001). **Eco House 2: a Design Guide**. Oxford: architectural Press.

Roberts, Jennifer, (2003). **Good Green Homes**. Utah: Gibbes Smith.

Roodman, D. M. and Lenssen, N. (1995), A **Building Revolution: How Ecology and Health Concerns are Transforming Construction**, Worldwatch Institute, Washington, DC,.

Rub, Christine, (2005). **Solar Design**. Berlin: Berlin University of the arts.

Sebesttyen, G., (2002). **New Architecture & Technology**, Architecture Press.

SECO Fact Sheet 1 (2003), **Renewable Energy and Sustainability**, Renewable Energy the Infinite Power of TEXAS, www.InfinitePower.org..

Seneviratne, Mario (2008), **Think green Conference**, WORLD GREEN BUILDING COUNCIL, McGraw-Hill,2006. Smart market report.

Smith, P.F. (2003). **Sustainability at the Cutting Edge: Emerging New Technologies for Low Energy Building**. Oxford: architectural Press.

Smith, Peter, (2001). **Architecture in Climate of Change: A Guide to Sustainable Design**. Oxford: Architectural Press.

Stang, Alanna, (2005). **The Green House: New Directions in Sustainable Architecture**. New York: Princeton Architectural Press.

Steel, James, (2005). **Ecological Architecture: A Critical History**. London: Thames and Hudson.

Steele, J. (1997), **AN ARCHITECTURE FOR PEOPLE: The Complete Works of Hassan Fathy**, Thames and Hudson LTD: London.

Sudjic, D. (1996), **A house in the country**, The Guardian, 2 June:7.

Thomas, Randall, (2006). **Environmental Design**. Taylor and Francis Group. London: Thames & Hudson.

Tim, Clark. **Rediscovering Sustainable Architecture**. Open House, international: housing, design, development theories, tools, practice, ISS No. 168-2601 Vol. 17 No. 3 &4, 1992.

Vale, Brenda and Robert, (1991). **Green Architecture: Design for a Sustainable Future**. London: Thames and Huson.

Van der Ryn, (2003), **Sustainable Communities: A new design synthesis for cities, suburbs and Towns. San Francisco**: sierra club Books, pp.2-4.

Vindar Lerum, (2008), **High Performance Building**, John wily and sons nc: New Jersey.

Walmsley, D. J., (1972), **Systems Theory: A Framework for Human Geographical Enquiry**, Research School of Pacific Studies, Australian National University, p.75.

Webler, Wurzburge, (1997). **Approach to Ecological Building Design**. Architecture and urbanism. 320(5):5-7.

Wenzel, Klaus (2008), **Think green conference**, Financial Benefits of Energy Efficiency in Buildings Experiences in the MEDA-Region, Amman, Jordan.

Williams, Daniel E, (2007). **Sustainable Design: Ecology, Architecture and Planning**. New Jersey: John Wiley & Sons.

Wine, James (2000). **Green Architecture**. Milan: Taschen.

Yeang, K., (1995), **Designing with Nature, the Ecological Basis for Architectural Design**. Mc Graw Hill, N, Y, p.70.

Yeang, Ken, (1995), **The Green Skyscraper**, Ibid, P.202.

THE EFFECT OF TECHNOLOGICAL CHANGE ON SUSTAINABILITY IN THE ARCHITECTURE OF ARAB WORLD

By
Lina Hassan Hamdan

Supervisor
Dr. Salim Al-Faqieh

ABSTRACT

The significance of this thesis lies in the effect of technological change on sustainability in the architecture of the Arab World, discussing principles of sustainable architecture, and the application of modern imported techniques on Arab World projects.

The approach to discussing this was through constructing a theoretical framework for sustainable design, green architecture and technology – passive and active -, and applying this framework on elite samples of contemporary Arab architecture by means of an assessment designed by the researcher. Selecting buildings according to a specific level; transcripts, images and illustrations were used to analyze the given.

The outcome of this study shows that the selected samples failed at using the site charistaristics and climate to achieve a green building. instead photovotic cells were used on roofs and facades- ignoring the rest of the building, giving them facades of steel and glass, that need enormous amount of power to run the project- and so calling them “Green buildings”. The initial design leap should consider the local surroundings of the site, instead of giving the priority to modern technology to produce actual green buildings.